

半導体基板処理装置及び処理方法

発明の背景

発明の技術分野

本発明は、半導体基板上に形成された回路パターン溝及び／又は穴を金属めっき膜で充填し、該充填部分を残して該金属めっき膜を除去することにより回路配線を形成する半導体基板処理装置及び処理方法に関するものである。

関連技術の記載

半導体基板上に配線回路を形成するための材料としては、アルミニウムまたはアルミニウム合金が一般に用いられているが、半導体デバイスの集積度の向上に伴い、より導電率の高い材料を配線材料に採用することが要求されている。このため、回路パターン溝及び／又は穴が形成された半導体基板面にめっき処理を施して、該回路パターン溝及び／又は穴にCu（銅）又はその合金を充填し、該充填した部分を除いて該Cu又はその合金を除去し、回路配線を形成する方法が提案されている。

上記回路配線を形成する方法を図1A乃至図1Cに基づいて説明する。半導体基板Wには、図1Aに示すように、半導体素子が形成された半導体基体101上に導電層101aが形成され、該導電層101aの上にSiO₂からなる絶縁膜102が堆積され、リソグラフィ・エッチング技術によりコンタクトホール103と配線用の溝104が形成され、その上にTiN等からなるバリア層105、更にその上に電解めっきの給電層としてシード層107が形成されている。

そして、図1Bに示すように、半導体基板Wの表面にCuめっきを施すことで、半導体基体101のコンタクトホール103及び溝104内

にCuを充填させると共に、絶縁膜102上にCuめっき膜106を堆積させる。その後、化学的機械的研磨（CMP）により、絶縁膜102上のCuめっき膜106及びバリア層105を除去し、コンタクトホール103及び配線用の溝104に充填させたCuめっき膜106の表面と絶縁膜102の表面とを略同一平面にする。これにより、図1Cに示すようにCuめっき膜106からなる配線が形成される。

ここで、バリア層105は絶縁膜102のほぼ全面を覆うように形成され、シード層107はバリア層105のほぼ全面を覆うように形成されるため、図40に示すように半導体基板Wのベベル（外周部）にシード層107である銅膜が存在したり、また図示しないが、半導体基板Wのベベルの内側のエッジ（外周部）に銅が成膜され研磨されずに残ることがある。

銅は、例えばアニール等の半導体製造工程において、絶縁膜102中に容易に拡散し、その絶縁性を劣化させたり、次に成膜する膜との接着性が損なわれ、そこから剥離する原因ともなり得るので、少なくとも成膜前に、基板から完全に除去することが要求されている。しかも、回路を形成した部分以外の基板の外周部に成膜または付着した銅は不要であるばかりではなく、その後の半導体基板Wの搬送、保管、処理の工程において、クロスコンタミネーションの原因ともなり得るので、銅の成膜工程やCMP工程直後に完全に除去する必要がある。ここで外周部とは、半導体基板Wのエッジ及びベベルを合わせた領域、若しくはエッジおよびベベルのいずれかの部分を云う。またエッジとは基板の外周端から5mm位の半導体基板Wの表裏面の部分を云い、ベベルとは半導体基板Wの側面部及び外周端から0.5mm以内の断面が曲線を有する部分を云う。

最近、銅配線用のCuめっきを行なうめっき装置及び化学的機械的研磨を行うポリッシング装置において、それぞれ基板を乾燥状態に入れ乾燥状態を出す、所謂ドライイン・ドライアウトの構成が採用されている。装置の構成としては、それぞれの加工工程、例えばめっきや研磨を行った後に、洗浄ユニット及びスピン乾燥ユニットにより、パーティクルを除去し、乾燥した状態で半導体基板をそれぞれの装置から取り出すようにしている。このように、めっき装置及びポリッシング装置には、共通した工程が多く、本来連続した工程であるため、装置のイニシャルコスト、ランニングコストが高くなり、両装置を設置するための設置スペースを広く必要とし、長い処理時間を必要とするという問題があった。

現在、半導体デバイスの牽引役は、ワークステーションやパソコンなどからデジタル情報家電機器（ゲーム機、携帯電話機、デジタルスチルカメラ、DVD、カーナビゲーション機器、デジタルビデオカメラ等）に変化しつつある。そこで、LSI製造においても、パソコン等で使用されている汎用LSIからデジタル情報家電機器が要求されるシステムLSIへの変化に対応していく必要がある。

これらのシステムLSIは、汎用LSIに比べて、多品種、少量生産、生産台数の変動が大きく、製品寿命が短いという特徴がある。また、デジタル情報家電機器の機器コストを抑えるためには、LSIの製造コストの削減は必須である。半導体製造工場においても、大規模ラインの発想から小規模ラインを多種類もつこと、および生産量より生産工期を最小にすることが求められる。これに対応して、今後の半導体デバイスの製造には機器メーカーのニーズにすばやく対応し、なるべく速く生産ラインにのせることが要求され、また需要の変化も激しいため、フレキシブルに機能変更ができ、或いは装置の更新できることが要求される。

前述した銅又は銅合金による配線形成の工程において、シード層形成、シード層の上にこれを補強する目的で形成される補強シード層形成、及び配線保護膜形成などには無電解めっき装置が用いられている。

この無電解めっき装置の中には、めっき工程やめっきに付帯する前処理工程や洗浄工程を行うユニットを複数設けて無電解めっき処理を行う無電解めっき装置の代わりに、これらの各処理工程を一つのユニットで行う無電解めっき装置が提案されている。図4-1はこの種の無電解めっき装置の概略構成を示す図である。図4-1に示すように、この無電解めっき装置は、モータMによって回転駆動される保持手段8-1上に載置・固定された半導体基板Wの周囲にカバー8-3を設置している。そして、半導体基板Wを点線で示す位置でモータMによって回転しながらめっき液をめっき槽8-7からポンプPによって半導体基板Wの上部中央に供給し、回転による遠心力でめっき液を半導体基板Wの上面全体に広げてめっきを行いながら、半導体基板Wから流れ落ちためっき液をカバー8-3のめっき液回収部8-5からめっき槽8-7に戻して循環させる。なお、Fは濾過装置である。

一方、めっき終了後の半導体基板Wは、図4-1に実線で示す位置まで下降した状態で回転され、そして、図示しない洗浄水供給手段から半導体基板Wに洗浄水が供給される。これにより、半導体基板Wの表面からめっき液を洗い流して洗浄液回収部8-6に集めて排水する。

しかしながら、上記従来の無電解めっき装置においても、以下のような各種問題点があった。

(1) 半導体基板の被めっき面に常時めっき液を滴下しているのでめっき液を大量に循環使用することになってしまう。また大量のめっき液を循環使用すると、大型ポンプが必要になり、ポンプの発熱による液温上

昇に対する液温維持装置が必要で装置コストが上昇するばかりか装置が大型化し、ひいてはこの装置を収納するクリーンルームコストが上昇してしまう。

(2) めっき液を常時循環使用するので、無電解めっきの原理上、副生成物が系内に蓄積し、安定なめっきプロセスが維持できない。また安定なめっきプロセスを得るためには、めっき液の分析及び液調整装置が必要となり、装置コストの上昇及びクリーンルームコストの上昇を招く。

(3) めっき液を大量に循環使用するため、各装置構成部材からパーティクルが発生し易く、循環経路内に濾過装置Fを設置する必要が生じ、装置コスト上昇及びクリーンルームコスト上昇を招く。

(4) 被めっき面上の一箇所のみで常時めっき液を供給しながらめっきを行うと、めっき液を滴下していた部分のめっき膜厚が他の部分のめっき膜厚に比べて薄くなることが実験で確かめられており、膜厚の面内均一性が悪化する。これは、めっき液を滴下した部分が他の部分に比べてめっき液の流速や厚み等が異なり、そのためその反応状態が異なることが原因と考えられる。

(5) 無電解めっきを行わせるためには、被めっき面とめっき液との反応面の温度を所定の一定温度に維持しておく必要があるため、大量のめっき液をめっき反応に最適な温度まで常時昇温させておく手だてが必要になる。そのため、装置コストの上昇及びクリーンルームコストの上昇を招き、且つめっき液を常時昇温させておくのでめっき液の劣化を促進してしまう。

(6) 常時半導体基板を回転させているので、半導体基板の周速による放熱で温度降下が顕著になり、安定なめっきプロセスが得られない。

前述した銅又は銅合金による配線形成の工程等において、基板に膜付

けを行ったり、膜を削ったりする基板処理工程では、膜厚を一定にしたり、任意の膜厚に制御する等、基板処理の信頼性を高めることが要求されている。特に半導体ウエハの場合の膜厚は、数10nm～数μm程度であり、このような微細なレベルで膜厚を制御しなければならない。このような観点から、基板処理装置内に膜厚測定装置を設置したり、またCMP装置（化学的機械的研磨装置）においては基板の研磨を行うターンテーブル中に膜厚測定用のセンサを埋め込み、研磨中に膜厚を測定することが行われている。

しかしながら、基板処理装置内に膜厚測定装置を設置する場合は、基板処理工程の途中で基板を膜厚測定装置に移動させて膜厚を測定することとなるため、測定のための時間を要し、スループットを低下させるという問題があった。また、基板処理用の各種装置の他に膜厚測定装置を設けるため、わざわざ膜厚測定装置用のスペースを確保する必要があった。

またCMP装置において、ターンテーブル中に膜厚測定用のセンサを埋め込んで膜厚を測定するものについては、研磨を行うターンテーブル中にセンサを埋め込むため機構が複雑になり、更にセンサにスラリーが付着するケースが多く測定が困難になる等の問題があった。

上記問題点は、金属膜厚測定用のセンサに限らず、絶縁膜厚（酸化膜厚）検出用センサ、金属薄膜の有無検出用センサ、基板上のパーティクルの有無検出用センサ、基板上に形成したパターン認識用のセンサ等、他の各種基板表面状態検出用のセンサにおいても同様であった。

一般に、基板処理装置においては、品質を高めるだけでなく、生産性の観点から、スループットを向上させることも同時に求められている。したがって、品質と生産性の両面からの要求に応えるため、膜厚等の基

板表面状態の検出もスループットを低下させることのないよう、工程の中の一連の動きの中で行う必要がある。

発明の要旨

本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、広い設置スペースを必要とせず、短い処理時間で銅又は銅合金による回路配線を形成でき、且つクロスコンタミネーションの原因となるエッジ・ベベル部に銅膜が残ることのない半導体基板処理装置及び処理方法を提供することを第1の目的とする。

また、本発明は、デジタル情報家電機器に使用されるシステムLSIのように、多品種、少量生産、生産台数の変動が大きく、製品寿命が短いものを製造する小規模で且つフレキシブルに機能の変更、或いは装置の更新ができる、製造ラインに好適な半導体基板処理装置を提供することをも目的とする。

また本発明は、めっき液の使用量を少なくでき、安定なめっきプロセスが維持でき、装置の小型化と低コスト化が図れ、膜厚の面内均一性が図れ、さらに昇温によるめっき液の劣化を防止できる無電解めっき方法及び装置を提供することを第2の目的とする。

さらに本発明は、スループットを低下させないよう、基板の搬送又は処理中に、搬送又は処理を停止することなく、簡易に精度良く膜厚等の各種の基板表面状態の検出が行える基板処理装置を提供することを第3の目的とする。

上記第1の目的を達成するため、本発明の第1の態様は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニット

と、前記半導体基板の周縁部をエッチングするベベルエッチングユニットと、該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備することを特徴とする。

本発明によれば、金属めっき膜を形成した後に、エッジ部及びベベル部分の金属めっき膜を除去し、さらに半導体基板上の金属めっき膜を研磨する工程を1つの装置で連続して行うことができる。

本発明は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、前記半導体基板の周縁部をエッチングするベベルエッチングユニットと、該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構とを具備するとともに、前記金属めっき膜成膜ユニットと前記ベベルエッチングユニットの入れ替えが自在であることを特徴とする。

本発明は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、前記半導体基板の周縁部に形成された金属めっき膜、シード層、およびバリア層の少なくとも一層をエッチング除去するベベルエッチングユニットと、前記半導体基板をアニールするためのアニールユニットと、前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備してなることを特徴とする。

本発明は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、該半導体基板上の該金属めっき膜の少なく

とも一部を研磨する研磨ユニットと、前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備するとともに、前記金属めっき膜成膜ユニット内で、前記半導体基板を基板保持部で保持しつつ、めっき処理と洗浄処理を行うことを特徴とする。

本発明は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備するとともに、前記金属めっき膜成膜ユニットは、前記半導体基板を保持する基板保持部と、該基板の被めっき面の上方に配置されたアノードと、該基板と接触して通電させるカソード電極とを備え、前記被めっき面とアノードとの間に形成された空間に保水性材料からなるめっき液含浸材を配置してめっきを行うことを特徴とする。

本発明は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備するとともに、前記金属めっき膜成膜ユニット内で、前記半導体基板を基板保持部で保持しつつ、めっき処理、洗浄・乾燥処理を各動作位置に対応させて半導体基板を昇降させることにより行うことを特徴とする。

本発明は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、該半導体基板上の該金属めっき膜の少なく

とも一部を研磨する研磨ユニットと、前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備するとともに、前記金属めっき膜成膜ユニットは、該半導体基板の被めっき面を上方に向け保持するとともに、該半導体基板の該被めっき面の周縁部をシールにより水密的にシールし、該被めっき面の上方にアノードを近接させて配置し、該半導体基板と接触して通電させるカソード電極を備え、前記半導体基板の被めっき面とシールにより形成された空間にめっき液を保持しつつめっきを行うことを特徴とする。

本発明は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備するとともに、前記金属めっき膜成膜ユニットは、該半導体基板を該半導体基板の被めっき面を上方に向けて保持する基板保持部と、前記半導体基板の該被めっき面の上方に配置されたアノードと、該半導体基板と接触して通電させるカソード電極と、純水供給用ノズルとを備え、めっき処理終了後に該ノズルから純水を供給することにより、前記半導体基板と前記カソード電極を同時に洗浄することを特徴とする。

本発明は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備するとともに、前記金属めっき膜成膜ユニットは、該半導体基板の被めっき面を上方に向け保持するとともに、該半

導体基板の該被めっき面の周縁部をシールにより水密的にシールし、該被めっき面の上方にアノードを近接させて配置し、該半導体基板と接触して通電させるカソード電極を備え、前記被めっき面とアノードとの間の水密的にシールされた空間にめっき液を保持しつつめっきを行うことを特徴とする。

本発明は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備するとともに、前記金属めっき膜成膜ユニットは、前処理、めっき処理、および水洗処理を行うことができることを特徴とする。

本発明は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された該半導体基板上にバリア層を形成するバリア層成膜ユニットと、該バリア層上にシード層を形成するシード層成膜ユニットと、該シード層上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、該半導体基板のエッジ部に形成された金属膜をエッチング除去するベベルエッチングユニットと、前記金属めっき膜を焼純するアニールユニットと、該半導体基板上の該金属めっき膜及びシード層を研磨する研磨ユニットと、該金属めっき膜が研磨された該半導体基板を洗浄し、乾燥させる洗浄ユニットと、金属めっき膜上に被めっき膜を形成する蒸めっきユニットと、前記半導体基板を搬送する搬送機構を具備してなり、前記バリア層成膜ユニットと、前記シード層成膜ユニットと、前記金属めっき膜成膜ユニットと、前記ベベルエッチングユニットと、前記アニールユニットと、前記研磨ユニットと、前記洗浄ユニット

と、前記蓋めっきユニットの入れ替えが自在であることを特徴とする。

半導体基板処理装置を上記のように構成することにより、表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成され、その上にバリア層、給電シード層が形成された半導体基板に、金属めっき膜を施し、該金属めっき膜を研磨除去し、洗浄乾燥して回路配線を形成する処理が1つの装置で連続してできるから、それぞれの処理工程を別々の装置で行なう場合に比較し、全体がコンパクトになり、広い設置スペースを必要とせず、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、且つ短い処理時間で回路配線を形成できる。

本発明は、表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成されその上にバリア層が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された半導体基板上に給電シード層を無電解めっきで形成するシード層成膜部と、該給電シード層が形成された半導体基板に金属めっき膜を電解めっきで形成する金属めっき膜成膜部と、金属めっき膜が形成された半導体基板の溝及び／又は穴に充填された部分を残して金属めっき膜、給電シード層及びバリア層を研磨除去するポリッシング部と、各層が除去された半導体基板を洗浄し乾燥させる洗浄部と、半導体基板を各部間を移送する移送機構を具備することを特徴とする半導体基板処理装置にある。

半導体基板処理装置を上記のように構成することにより、表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成され、その上にバリア層が形成された半導体基板に、給電シード層及び金属めっき膜を施し、該給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄乾燥して回路配線を形成する処理が1つの装置で連続してできるから、それぞれの処理工程を別々の装置で行なう場合に比較し、全体がコンパクトになり、広い設置スペース

を必要とせず、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、且つ短い処理時間で回路配線を形成できる。

本発明は、表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入されて半導体基板上にバリア層を形成するバリア層成膜部と、バリア層が形成された半導体基板上に給電シード層を無電解めっきで形成するシード層成膜部と、該給電シード層が形成された半導体基板に金属めっき膜を電解めっきで形成する金属めっき膜成膜部と、金属めっき膜が形成された半導体基板の溝及び／又は穴に充填された部分を残して金属めっき膜、給電シード層及びバリア層を研磨除去するポリッシング部と、各層が除去された半導体基板を洗浄し乾燥させる洗浄部と、半導体基板を各部間を移送する移送機構を具備することを特徴とする半導体基板処理装置にある。

半導体基板処理装置を上記のように構成することにより、表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成された半導体基板に、バリア層、給電シード層及び金属めっき膜を施し、該バリア層、給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄および乾燥して回路配線を形成する処理が1つの装置で連続してできるから、それぞれの処理工程を別々の装置で行なう場合に比較し、全体がコンパクトになり、広い設置スペースを必要とせず、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、且つ短い処理時間で回路配線を形成できる。

本発明は、金属めっき膜の形成後の該金属めっき膜の膜厚を測定する膜厚測定部及び研磨除去後の残膜を測定する残膜測定部を設け、該膜厚測定部及び残膜測定部で測定した結果を記録する記録手段を設けたことを特徴とする。

本発明は、各層の膜厚を測定する膜厚測定部を設け、該各層のイニシ

ヤルの膜厚を測定しその測定結果を前記記録手段に記録することを特徴とする。

上記のように記録手段を設け、膜厚測定部及び残膜測定部で測定した膜厚、残膜や、各層のイニシャルの膜厚の測定結果を記録することにより、次工程の処理時間を制御したり、各処理工程の良否状態や、回路配線形成処理の終了した半導体基板の良否等を判断するデータとして利用することができる。

本発明は、表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された半導体基板に金属めっき膜を形成する金属めっきユニットと、半導体基板上の該金属めっき膜を研磨する研磨ユニットと、該金属めっき膜が研磨された該半導体基板を洗浄し乾燥させる洗浄ユニットと、半導体基板を搬送する搬送機構を具備し、金属めっきユニットと洗浄ユニットの入れ替えが自在に構成されていることを特徴とする半導体基板処理装置にある。

上記のように金属めっきユニットと洗浄ユニットの入れ替えが自在に構成されているので、基板処理プロセスの変更に容易に対応でき、基板処理装置全体の機能の更新が短時間に低コストで対応できる。

本発明は、半導体基板のエッジ（ベベル）部に形成された金属めっき膜をエッチング除去するベベルエッチングユニットを具備し、金属めっきユニットと洗浄ユニットとベベルエッチングユニットの入れ替えが自在に構成されていることを特徴とする。

ベベルエッチングユニットを具備することにより、クロスコンタミネーションの原因となるエッジ及びベベル部分の金属めっき膜を除去できると共に、金属めっきユニットと洗浄ユニットとベベルエッチングユニットの入れ替えが自在に構成されているため、上記と同様、基板処理装

置全体の機能の更新が短時間に低コストで対応できる。

本発明は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、前記半導体基板をアニールするためのアニールユニットと、該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備することを特徴とする。

本発明は、金属めっき膜を焼鈍するアニールユニットを具備することを特徴とする。

上記のようにアニールユニットを具備するので、金属めっき膜の接着力が安定し研磨時に剥離するという心配がなくなり、且つ電気特性がよくなる。

本発明は、半導体基板に形成された膜の膜厚を測定する膜厚測定器を具備することを特徴とする。

上記のように膜厚を測定することにより、所望のめっき膜厚を得るためのめっき時間、研磨時間やアニール時間を調整することができる。

本発明は、半導体基板にシード層を形成するシード層成膜ユニットを具備することを特徴とする。

シード層成膜ユニットをめっきユニットと一体化することにより装置間移動の時間を節約でき、スループットを向上させることができると共に、汚染のない膜付けが可能となる。

本発明は、半導体基板にバリア層を形成するバリア層成膜ユニットを具備することを特徴とする。

バリア層成膜ユニットをめっきユニットと一体化することにより、装置間移動の時間を節約でき、スループットを向上させることができる。

本発明は、蓋めっきユニットを具備してなることを特徴とする。

上記のように蓋めっきユニットを具備することにより、金属めっき膜の上面にその酸化や変質を防ぐための蓋めっきを施すことができ、金属めっき膜の上面にその酸化や変質を防止することができる。

本発明は、表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっきユニットと、半導体基板上の該金属めっき膜を研磨する研磨ユニットと、金属めっき膜が研磨された該半導体基板を洗浄し乾燥させる洗浄ユニットと、半導体基板を搬送する搬送機構を具備するとともに、金属めっきユニットは、被めっき面を上方に向けて基板を保持する基板保持部を有するカソード部と、該カソード部の上方に配置され、アノードを備えた電極アーム部と、基板保持部で保持された基板の被めっき面と該被めっき面に近接させた電極アーム部のアノードとの間の空間にめっき液を注入するめっき液注入手段とを有することを特徴とする半導体基板処理装置にある。

金属めっきユニットのカソード部は、被めっき面を上方に向けて基板を水平に保持する基板保持部を有するので、めっき処理とめっき処理に付帯した前処理や洗浄・乾燥処理といった他の処理をめっき処理に前後して行うことができる。

本発明は、表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっきユニットと、半導体基板上の該金属めっき膜を研磨する研磨ユニットと、金属めっき膜が研磨された該半導体基板を洗浄し乾燥させる洗浄ユニットと、半導体基板を搬送する搬送機構を具備するとともに、金属めっきユニットは、プレコート処理、め

つき処理、水洗処理を行うことができることを特徴とする半導体基板処理装置にある。

上記のように金属めっきユニットは、プレコート処理、めっき処理及び水洗処理ができ、特にめっき処理後の水洗処理を金属めっきユニット内で行うので、めっき液を他のユニットに持ち込むことがない。

本発明は、表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された前記半導体基板上にバリア層を形成するバリア層成膜ユニットと、バリア層上にシード層を形成するシード層成膜ユニットと、シード層上に金属めっき膜を形成する金属めっきユニットと、半導体基板のエッジ部に形成された金属膜をエッチング除去するベベルエッチングユニットと、金属めっき膜を焼鈍するアニールユニットと、半導体基板上の該金属めっき膜及び／又はシード層を研磨する研磨ユニットと、金属めっき膜が研磨された半導体基板を洗浄し乾燥させる洗浄乾燥ユニットと、金属めっき膜上に蓋めっき膜を形成するめっきユニットと、半導体基板を搬送する搬送機構を具備し、バリア層成膜ユニット、シード層成膜ユニット、金属めっきユニットと、ベベルエッチングユニットと、アニールユニットと、研磨ユニットと、洗浄ユニットと前記蓋めっきユニットの入れ替えが自在であることを特徴とする。

上記のように、各ユニットの入れ替えが自在に構成されているので、基板処理プロセスの各種変更に対応でき、基板処理装置全体の機能の更新が短時間に低コストで対応できる。

本発明は、表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成されその上にバリア層が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入機構により搬入し、該搬入された半導体基板上に給電シード層を形成し、その上に金属

めっき膜を形成し、該金属めっき膜が形成された半導体基板の溝及び／又は穴に充填された部分を残して金属めっき膜、給電シード層及びバリア層を研磨除去し、該各層が除去された半導体基板を洗浄し乾燥させた後、乾燥状態で前記搬出入機構に渡すことを特徴とする半導体基板処理方法にある。

半導体基板処理方法を上記のように行なうことにより、表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成されその上にバリア層が形成された半導体基板に、給電シード層及び金属めっき膜を施し、該給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄乾燥して回路配線を形成する処理が連続してできるから、短い処理時間で回路配線を形成できる。

本発明は、表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入機構で搬入し、該搬入されて半導体基板上にバリア層を形成し、その上に給電シード層を形成し、更にその上に金属めっき膜を形成し、金属めっき膜が形成された半導体基板の溝及び／又は穴に充填された部分を残して金属めっき膜、給電シード層及びバリア層を研磨除去し、該各層が除去された半導体基板を洗浄し乾燥させた後、乾燥状態で前記搬出入機構に渡すことを特徴とする半導体基板処理方法にある。

半導体基板処理方法を上記のように行なうことにより、表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成された半導体基板に、バリア層、給電シード層及び金属めっき膜を施し、該給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄乾燥して回路配線を形成する処理が連続してできるから、短い処理時間で回路配線を形成できる。

上記第2の目的を達成するため、本発明の第2の態様は、基板上に無電解めっき処理液を保持する機構を備えた保持手段により基板を被めっ

き面を上向きにして保持し、該基板の被めっき面上に無電解めっき処理液を供給する工程と、前記無電解めっき処理液を前記基板の被めっき面上に所定時間溜めて保持して無電解めっき処理を行う工程を、連続して行うことを特徴とする。これによって少量の無電解めっき処理液で被めっき面の処理が行え、無電解めっき処理液供給用のポンプとして小型のものが使用でき、無電解めっき装置のコンパクト化が図れ、これを収納するクリーンルームコストの低減化も図れる。また使用する無電解めっき処理液が少量なので無電解めっき処理液の昇温・保温が容易で即座に行える。

本発明は、前記無電解めっき処理液を供給する工程と、前記無電解めっき処理液を前記基板の被めっき面上に所定時間溜めて保持して無電解めっき処理を行なう工程との間に、前記基板の被めっき面上に供給した無電解めっき処理液を接液させる工程を設けたことを特徴とする。基板の被めっき面上の一部に供給した無電解めっき処理液を被めっき面全体に接液させる工程としては、基板を動かすこと〔即ち例えば無電解めっき処理液が供給された基板を回転させることや、振動させることや、揺動（揺り動かす）こと等〕や、供給した無電解めっき処理液を動かすこと〔掻き均し部材を用いて掻き均すことや、液面に送風すること等〕である。

本発明は、前記無電解めっき処理液を前記基板の被めっき面上に所定時間溜めて保持して無電解めっき処理を行なう工程は、基板を静止した状態で行なうことを特徴とする。このように構成すれば基板を回転しながら処理を行う場合に比べて基板の周速による放熱が生じず、各部の反応温度の均一化が図れ、安定なプロセスが得られる。

本発明は、前記無電解めっき処理液によって処理された後の被めっき

面は洗浄液を注入することで洗浄され、その後スピン乾燥されることを特徴とする。

本発明は、基板の被めっき面に無電解めっき処理液を触れさせることによって被めっき面を処理する無電解めっき方法において、前記基板の温度を無電解めっき処理温度よりも高く加熱した状態で基板の被めっき面に無電解めっき処理液を接液させる及び／又は無電解めっきを行なう雰囲気温度を無電解めっき処理温度とほぼ同等にした状態で基板の被めっき面に無電解めっき処理液を接液させることを特徴とする。このように構成すれば、加熱するのに大きな消費電力の必要なめっき液の温度をそれほど昇温しなくても良いので、消費電力の低減化やめっき液の組成変化の防止が図られる。

本発明は、被めっき面を上向きにして基板を保持する保持手段と、前記保持手段に保持された基板の被めっき面の周囲をシールするめっき液保持機構と、前記めっき液保持機構でシールされた基板の被めっき面に無電解めっき処理液を供給して溜める無電解めっき処理液供給手段とを具備することを特徴とする。この無電解めっき装置は、無電解めっき処理液として、前処理液、触媒処理液、無電解めっき液などを取り替えて使用することができ、一連の無電解めっき工程を単一セルで実施できる。

本発明は、被めっき面を上向きにして基板を保持する保持手段と、基板の被めっき面に無電解めっき処理液を供給する無電解めっき処理液供給手段とを具備し、前記無電解めっき処理液供給手段は、被めっき面の上部に設置されて分散して無電解めっき処理液を供給するように構成されていることを特徴とする。これによって基板の被めっき面全体に略均一に処理液を同時に供給できる。

本発明は、前記基板の近傍に加熱手段を設けたことを特徴とする。加

熱手段としては、例えば被めつき面を基板の下面側から加熱する裏面ヒータを設置したり、基板の上側から加熱するランプヒータを設置したりすることである。

上記第3の目的を達成するため、本発明の第3の態様は、基板を保持する基板保持手段を有し、前記基板保持手段で基板を保持した状態で基板の搬送又は処理を行う基板処理装置において、前記基板保持手段に金属膜厚等の基板表面状態検出用のセンサを設け、基板の搬送又は処理中にこのセンサによって検出した信号に基づいて基板表面の状態を検出することを特徴とする。これによって、基板処理工程を停止・中断させることなく基板の金属膜厚等の基板表面状態を検出でき、高スループットを実現しつつ基板表面状態も検出することができる。

また本発明は、基板を保持する基板保持手段を有し、前記基板保持手段で基板を保持した状態で基板の搬送又は処理を行う基板処理装置において、前記基板の基板保持手段による搬送又は処理中に基板が接近する所定位置に基板表面状態検出用のセンサを設置し、前記基板がセンサに接近した際に前記センサにより検出した信号に基づいて基板表面の状態を検出することを特徴とする。ここで前記センサは移動可能であることが好ましく、検出目的に応じて基板とセンサ間の距離を任意に設定できるのが望ましい。

また本発明は、基板を保持する基板保持手段と、基板を処理する基板処理モジュールとを有し、前記基板保持手段で保持した基板を基板処理モジュールに搬入・搬出するように構成してなる基板処理装置において、前記基板処理モジュールの基板搬入・搬出口付近又は基板処理モジュール内の基板を処理する位置付近に基板表面状態検出用のセンサを設け、基板を前記基板処理モジュールに搬入又は搬出する際又は基板処理モジュ

ール内で基板を処理する際に前記センサからの信号に基づいて基板表面の状態を検出することを特徴とする。

ここで前記センサとしては、金属膜厚測定用のセンサに限られず、絶縁膜厚（酸化膜厚）検出用センサ、金属薄膜の有無検出用センサ、基板上のパーティクルの有無検出用センサ、基板上に形成したパターン認識用のセンサ等、他の各種基板表面状態検出用のセンサを用いることができる。

図面の簡単な説明

図 1 A 乃至図 1 C は半導体基板上に回路配線を形成する模式図である。

図 2 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図 3 は本発明に係る半導体基板処理装置の研磨テーブル及びトップリング部分の概略構成例を示す図である。

図 4 は本発明に係る半導体基板処理装置の洗浄機の概略構成例を示す図である。

図 5 は本発明に係る半導体基板処理装置の研磨テーブル洗浄機の概略構成例を示す図である。

図 6 A 乃至図 6 C は本発明に係る半導体基板処理装置のロボットを示す図で、図 6 A は外観を示す図、図 6 B はロボットハンドの平面図、図 6 C はロボットハンドの断面図である。

図 7 は本発明に係る半導体基板処理装置の Cu めっき膜成膜ユニットの平面構成を示す図である。

図 8 は図 7 の A-A 断面図である。

図 9 は本発明に係る半導体基板処理装置の Cu めっき膜成膜ユニットの基板保持部及びカソード部の断面構成を示す図である。

図 1 0 は本発明に係る半導体基板処理装置の Cu めっき膜成膜ユニットの電極アーム部の断面構成を示す図である。

図 1 1 は本発明の他の実施形態におけるアノードとめっき液含浸材を示す概略図である。

図 1 2 は本発明の他の実施形態におけるアノードとめっき液含浸材を示す概略図である。

図 1 3 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図 1 4 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図 1 5 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図 1 6 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図 1 7 は図 1 6 に示す半導体基板処理装置内での各工程の流れを示す図である。

図 1 8 は本発明に係る半導体基板処理装置のアライナ兼膜厚測定器の概略平面構成例を示す図である。

図 1 9 は本発明に係る半導体基板処理装置のアライナ兼膜厚測定器の側面構成例を示す図である。

図 2 0 は図 1 8 及び図 1 9 に示すアライナ兼膜厚測定器における半導体基板の動きを示す図である。

図 2 1 は本発明に係る半導体基板処理装置のヘベル・裏面洗浄ユニットの概略構成例を示す図である。

図 2 2 A 乃至図 2 2 D は本発明に係る半導体基板処理装置の各搭載ユ

ニットを載置する台板構成例を示す図である。

図 2 3 A 及び図 2 3 B は本発明に係る半導体基板処理装置の各搭載ユニットの概略正面構成例を示す図である。

図 2 4 A 及び図 2 4 B は本発明に係る半導体基板処理装置の各搭載ユニットの概略正面構成例を示す図である。

図 2 5 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図 2 6 A 乃至図 2 6 C はめっき工程の一例を示す模式図である。

図 2 7 は本発明の一実施形態を用いて構成される無電解めっき装置の概略構成図である。

図 2 8 は本発明の他の実施形態を用いて構成される無電解めっき装置の概略構成図である。

図 2 9 A 及び図 2 9 B は本願発明と従来例の各方法によって無電解めっきした半導体基板の膜厚測定結果を示す図である。

図 3 0 は本発明を適用するめっき装置の一例を示す平面図である。

図 3 1 は本発明を適用する C M P 装置の一例を示す平面図である。

図 3 2 は本発明を適用するめっき及び C M P 装置の一例を示す図である。

図 3 3 は搬送ロボットを示す斜視図である。

図 3 4 A 及び図 3 4 B は搬送ロボットに取り付けられるロボットハンドを示す図であり、図 3 4 A は平面図、図 3 4 B は側断面図である。

図 3 5 A 及び図 3 5 B は本発明を適用した搬送ロボットを示す図であり、図 3 5 A は概略平面図、図 3 5 B は概略側面図である。

図 3 6 A 及び図 3 6 B は本発明を適用した例を示す図であり、図 3 6 A は概略平面図、図 3 6 B は概略側面図である。

図 3 7 は本発明を適用した反転機付近の概略正面図である。

図 3 8 は反転アーム部分の平面図である。

図 3 9 は本発明を適用しためっきモジュールの要部断面図である。

図 4 0 は半導体基板のベベルエッチング処理をせずに CMP を行いベベル部にシード層やバリア層が残った状態を示す図である。

図 4 1 は従来の無電解めっき装置の概略構成図である。

図 4 2 は本発明に係る電解めっき装置の概略構成図である。

図 4 3 は本発明に係る電解めっき装置の概略構成図である。

図 4 4 は本発明に係る電解めっき装置の概略構成図である。

図 4 5 は図 1 0 に示す電極アームの電極部のハウジングを除いた状態の平面図である。

図 4 6 は図 1 0 に示す Cu めっき膜成膜ユニットを使用してめっきを行ったときに、めっき液が基板の被めっき面の全面に拡がって行く状態を模式的に示す平面図である。

図 4 7 A 及び図 4 7 B はそれぞれ異なる図 4 6 の変形例を示すめっき液が基板の被めっき面の全面に拡がっていく状態を模式的に示す図である。

図 4 8 は本発明の一実施形態を適用した電解めっき装置の概略構成図である。

図 4 9 は電解めっき装置のめっき液含浸材の外周部近傍部分を示す要部概略図である。

図 5 0 A 及び図 5 0 B は本発明の他の実施形態を示す図である。

図 5 1 は本発明の電解めっき装置に適用した電解処理装置の電氣的等価回路図である。

好ましい実施例の詳細な説明

以下、本発明の第1の態様を図2乃至図25および図42乃至図51に基づいて説明する。図2は本発明の第1の態様に係る半導体基板処理装置の平面構成を示す図である。本発明の半導体基板処理装置は、ロードアンロード部1、Cuめっき膜成膜ユニット2、第1ロボット3、第3洗浄機4、反転機5、反転機6、第2洗浄機7、第2ロボット8、第1洗浄機9、第1ポリッシング装置10及び第2ポリッシング装置11を配置した構成である。第1ロボット3の近傍には、めっき前後の膜厚を測定するめっき前後膜厚測定機12、研磨後で乾燥状態の半導体基板Wの膜厚を測定する乾燥状態膜厚測定機13が配置されている。

なお、このめっき前後膜厚測定機12及び乾燥状態膜厚測定機13、特に乾燥状態膜厚測定機13は、後に詳述するように、第1ロボット3のハンドに設けてもよい。また、めっき前後膜厚測定機12は図示は省略するが、Cuめっき膜ユニット2の半導体基板搬出入口に設け、搬入される半導体基板Wの膜厚と搬出される半導体基板Wの膜厚を測定するようにしてもよい。

第1ポリッシング装置（研磨ユニット）10は、研磨テーブル10-1、トップリング10-2、トップリングヘッド10-3、膜厚測定機10-4、プッシャー10-5を具備している。第2ポリッシング装置（研磨ユニット）11は、研磨テーブル11-1、トップリング11-2、トップリングヘッド11-3、膜厚測定機11-4、プッシャー11-5を具備している。

図1Aに示すように、コンタクトホール103と配線用の溝104が形成され、その上にシード層107が形成された半導体基板Wを収容したカセット1-1をロードアンロード部1のロードポートに載置する。

第1ロボット3は半導体基板Wをカセット1-1から取り出し、Cuめっき膜成膜ユニット2に搬入し、Cuめっき膜106を形成する。その時、めっき前後膜厚測定機12でシード層107の膜厚を測定する。Cuめっき膜106の成膜は、まず半導体基板Wの表面の親水処理を行い、その後Cuめっきを行って形成する。Cuめっき膜106の形成後、Cuめっき膜成膜ユニット2でリンス若しくは洗浄を行なう。時間に余裕があれば、乾燥してもよい。なお、Cuめっき膜成膜ユニット2の構成例とその動作は後に詳述する。

第1ロボット3でCuめっき膜成膜ユニット2から半導体基板Wを取り出したとき、めっき前後膜厚測定機12でCuめっき膜106の膜厚を測定する。測定方法は前記シード層107の測定と同じであるが、その測定結果は記録装置（図示せず）に半導体基板の記録データとして記録され、なお且つCuめっき膜成膜ユニット2の異常の判定にも使用される。膜厚測定後、第1ロボット3が反転機5に半導体基板Wを渡し、該反転機5で反転させる（Cuめっき膜106が形成された面が下になる）。第1ポリッシング装置10、第2ポリッシング装置11による研磨には、シリーズモードとパラレルモードがある。以下、シリーズモード及びパラレルモードの研磨について説明する。

〔シリーズモード研磨〕

シリーズモード研磨は、1次研磨をポリッシング装置10で行い、2次研磨をポリッシング装置11で行う研磨である。第2ロボット8で反転機5上の半導体基板Wを取り上げ、ポリッシング装置10のプッシャー10-5上に半導体基板Wを載せる。トップリング10-2はプッシャー10-5上の該半導体基板Wを吸着し、図3に示すように、研磨テーブル10-1の研磨面10-1aに半導体基板WのCuめっき膜10

6 形成面を当接押圧し、1 次研磨を行う。該 1 次研磨では基本的に Cu めっき膜 106 が研磨される。研磨テーブル 10-1 の研磨面 10-1a は IC1000 のような発泡ポリウレタン、又は砥粒を固定若しくは含浸させたもので構成されている。該研磨面 10-1a と半導体基板 W の相対運動で Cu めっき膜 106 が研磨される。

上記 Cu めっき膜 106 の研磨を行うための砥粒、若しくはスラリーノズル 10-6 から噴出されるスラリーには、シリカ、アルミナ、セリア等が用いられ、酸化剤としては、過酸化水素等の主に酸性の材料で Cu を酸化させる材料を用いる。研磨テーブル 10-1 内には温度を所定の値に保つため、所定の温度に調温された液体を通すための調温流体配管 28 が接続されている。スラリーの温度も所定の値に保つため、スラリーノズル 10-6 には温度調整器 10-7 が設けられている。また図示は省略するが、ドレッシング時の水等は、調温されている。このように、研磨テーブル 10-1 の温度、スラリーの温度、ドレッシング時の水等の温度を所定の値に保つことにより、化学反応速度を一定に保っている。特に研磨テーブル 10-1 には、熱伝導性のよいアルミナや SiC 等のセラミックが用いられる。

1 次研磨の終点の検知には、研磨テーブル 10-1 に設けた渦電流式の膜厚測定機 10-8 若しくは光学式の膜厚測定機 10-9 を使用し、Cu めっき膜 106 の膜厚測定、若しくはバリア層 5 の表面検知を行って、Cu めっき膜 106 の膜厚が 0 又はバリア層 5 の表面を検知したら研磨の終点とする。

Cu めっき膜 106 の研磨終了後、トップリング 10-2 で半導体基板 W をプッシャー 10-5 上に戻す。第 2 ロボット 8 は該半導体基板 W を取り上げ、第 1 洗浄機 9 に入れる。この時プッシャー 10-5 上にあ

る半導体基板Wの表面及び裏面に薬液を噴射しパーティクルを除去したり、つきにくくすることもある。

図4は第1洗浄機を示す概略図であり、第1洗浄機9では半導体基板Wの表面及び裏面をPVAスポンジロール9-2、9-2でスクラブ洗浄する。ノズル9-4から噴出する洗浄水としては、純水が主であるが、界面活性剤やキレート剤若しくは両者を混合した後にpH調整を行い、酸化銅のゼータ電位にあわせたものを使用してもよい。また、ノズル9-4には超音波振動素子9-3を設け、噴出する洗浄水に超音波振動を加えてもよい。なお、符号9-1は半導体基板Wを水平面内で回転させるための回転用コロである。

第1洗浄機9において洗浄終了後、第2ロボット8で半導体基板Wを取り上げ、第2ポリッシング装置11のプッシャー11-5上に半導体基板Wを載せる。トップリング11-2でプッシャー11-5上の半導体基板Wを吸着し、該半導体基板Wのバリア層105を形成した面を研磨テーブル11-1の研磨面に当接押圧して2次研磨を行う。なお、研磨テーブル11-1及びトップリング11-2等の構成は図3に示す構成と同一である。この2次研磨ではバリア層105が研磨される。但し、上記1次研磨で残ったCu膜や酸化膜も研磨されるケースもある。

研磨テーブル11-1の研磨面11-1aはIC1000のような発泡ポリウレタン、又は砥粒を固定若しくは含浸させたもので構成され、該研磨面11-1aと半導体基板Wの相對運動で研磨される。このとき、砥粒若しくはスラリーには、シリカ、アルミナ、セリア等が用いられる。薬液は、研磨したい膜種により調整される。

2次研磨の終点の検知は、主に図3に示す光学式の膜厚測定機10-9を用いてバリア層105の膜厚を測定し、膜厚が0になったこと又は

S i O₂ からなる絶縁膜 1 0 2 の表面検知で行う。また、研磨テーブル 1 1 - 1 の近傍に設けた膜厚測定機 1 1 - 4 に画像処理機能付きの膜厚測定機を用い、酸化膜の測定を行い、半導体基板 W の加工記録として残したり、2 次研磨の終了した半導体基板 W を次の工程に移送できるか否かの判定を行う。また、2 次研磨終点に達していない場合は、再研磨を行ったり、なんらかの異常で規定値を超えて研磨された場合は、不良品を増やさないように次の研磨を行わないよう半導体基板処理装置を停止させる。

2 次研磨終了後、トップリング 1 1 - 2 で半導体基板 W をプッシャー 1 1 - 5 まで移動させる。プッシャー 1 1 - 5 上の半導体基板 W は第 2 ロボット 8 で取り上げる。この時、プッシャー 1 1 - 5 上で薬液を半導体基板 W の表面及び裏面に噴射してパーティクルを除去したり、つきにくくすることがある。

第 2 ロボット 8 は、半導体基板 W を第 2 洗浄機 7 に搬入し、洗浄を行う。第 2 洗浄機 7 の構成も図 4 に示す第 1 洗浄機 9 と同じ構成である。半導体基板 W の表面は、主にパーティクル除去のために、純水に界面活性剤、キレート剤、また p H 調整剤を加えた洗浄液を用いて、P V A スポンジロール 9 - 2 によりスクラブ洗浄される。半導体基板 W の裏面には、ノズル 9 - 5 から D H F 等の強い薬液を噴出し、拡散している C u をエッチングしたり、又は拡散の問題がなければ、表面と同じ薬液を用いて P V A スポンジロール 9 - 2 によるスクラブ洗浄をする。

上記洗浄の終了後、半導体基板 W を第 2 ロボット 8 で取り上げ、反転機 6 に移し、該反転機 6 で反転させる。該反転させた半導体基板 W を第 1 ロボット 3 で取り上げ第 3 洗浄機 4 に入れる。第 3 洗浄機 4 では半導体基板 W の表面に超音波振動により励起されたメガソニック水を噴射し

て洗浄する。そのとき純水に界面活性剤、キレート剤、またpH調整剤を加えた洗浄液を用いて公知のペンシル型スポンジで半導体基板Wの表面を洗浄してもよい。その後、スピン乾燥により、半導体基板Wを乾燥させる。

上記のように研磨テーブル11-1の近傍に設けた膜厚測定機11-4で膜厚を測定した場合は、そのままロードアンロード部1のアンロードポートに載置するカセットに収容する。

多層膜測定を行う場合は、乾燥状態での測定を行う必要があるので、一度、膜厚測定機13に入れ、各膜厚の測定を行う。そこで半導体基板Wの加工記録として残したり、次の工程に持っていけるかどうかの判定を行う。また、研磨終点に達していない場合は、この後に加工する半導体基板Wにフィードバックを行ったり、何らかの異常で規定値を超えて研磨された場合は、不良品を増やさないように次の研磨を行わないように装置を停止する。

〔パラレルモード研磨〕

パラレルモード研磨は、Cuめっき膜成膜ユニット2でCuめっき膜106を形成した半導体基板Wをポリッシング装置10、11のそれぞれで並行して研磨する場合である。第2ロボット8で上記のように反転機5で反転させた半導体基板Wを取り上げ、プッシャー10-5又は11-5上に該半導体基板Wを載せる。トップリング10-2又は11-2は半導体基板Wを吸着し、研磨テーブル10-1又は11-1の研磨面に半導体基板WのCuめっき膜106形成面を当接押圧し、1次研磨を行う。研磨テーブル10-1、11-1の研磨面10-1a、11-1aは上記と同様、IC1000のような発泡ポリウレタン、又は砥粒を固定若しくは含浸させたもので構成され、該研磨面と半導体基板Wの

相対運動で研磨される。

砥粒、若しくはスラリーには、シリカ、アルミナ、セリア等が用いられ、酸化剤としては、過酸化水素等の主に酸性の材料でCuを酸化させる材料を用いる。研磨テーブル10-1及び11-1やスラリー又はドレッシング時の水等は、上記と同様、調温され化学反応速度を一定に保っている。特に研磨テーブル10-1及び11-1は、熱伝導性のよいアルミナやSiC等のセラミックが用いられる。

研磨テーブル10-1又は11-1での研磨は複数のステップを経て行われる。第1ステップではCuめっき膜106を研磨する。この時の主目的は、Cuめっき膜106の表面の段差の除去で、段差特性に優れたスラリーを用いる。例えば、100 μ mラインの当初の段差700nmを20nm以下にできるものを用いる。このとき第2ステップとして半導体基板Wを押圧する押圧荷重を上記第1ステップの半分以下にし、段差特性をよくする研磨条件を付加する。第2ステップにおける終点検知には、Cuめっき膜106を500nm残す場合は図3に示す渦電流式測定機10-8が用いられ、それ以下の場合やバリア層105の表面まで研磨する場合は、光学式膜厚測定機10-9が用いられる。

Cuめっき膜106及びシード層107のCu層の研磨が終了した後にバリア層105の研磨を行うが、通常最初に用いたスラリーではバリア層105が研磨できない場合、組成を変更させる必要がある。よって第2ステップが終了した時点で研磨テーブル10-1又は11-1の研磨面上に残った、第1及び第2ステップで使用したスラリーを水ポリッシュ、ウォータージェット、純水と気体とを混合させたアトマイザー、ドレッサーにより除去し、次のステップに移る。

図5は上記研磨テーブル10-1の研磨面10-1aを洗浄する洗浄

機構の構成を示す図である。図示するように研磨テーブル10-1の上方には、純水と窒素ガスを混合して噴射する混合噴射ノズル10-11a~10-11dが複数個（図では4個）配置されている。各混合噴射ノズル10-11a~10-11dには、窒素ガス供給源14からレギュレータ16で圧力調整された窒素ガスがエアオペレータバルブ18を通して供給されると共に、純水供給源15からレギュレータ17で圧力を調整された純水がエアオペレータバルブ19を通して供給される。

混合された気体と液体は、噴射ノズルによってそれぞれ液体及び／又は気体の圧力、温度、ノズル形状などのパラメータを変更することによって、供給する液体はノズル噴射によりそれぞれ、①液体微粒子化、②液体が凝固した微粒子固体化、③液体が蒸発して気体化（これら①、②、③をここでは霧状化又はアトマイズと呼ぶ）され、液体由来成分と気体成分の混合体が研磨テーブル10-1の研磨面に向けて所定の方向性を有して噴射される。

研磨面10-1aとドレッサー10-10の相對運動により、研磨面10-1aを再生（ドレッシング）するとき、混合噴射ノズル10-11a~11-11dから純水と窒素ガスの混合流体を研磨面10-1aに噴射して洗浄する。窒素ガスの圧力と純水の圧力は独立して設定できるようになっている。本実施例では純水ライン、窒素ラインともにマニュアル駆動のレギュレータを用いているが、外部信号に基づいて設定圧力を変更できるレギュレータをそれぞれ用いても良い。上記洗浄機構を用いて研磨面10-1aを洗浄した結果、5~20秒の洗浄を行なうことにより、上記第1研磨工程及び第2研磨工程で研磨面上に残ったスラリーを除去することができた。なお、図示は省略するが、研磨テーブル11-1の研磨面11-1aを洗浄するために、図5に示す構成と同...

の洗浄機構が設けられている。

第3ステップのバリア層105の研磨のスラリーに用いられる砥粒は、上記Cuめっき膜106の研磨の砥粒と同じものを使用することが望ましく、また薬液のpH値も酸性側若しくはアルカリ側のどちらかによっており、研磨面上で混合物を作らないことが条件である。ここでは両方とも同じシリカの粒子を用いており、薬液のpH値として両方ともアルカリのものと酸性のもののどちらもよい結果が得られた。

第3ステップにおける終点検知には、図3に示す光学式膜厚測定機10-9を用い、主にSiO₂酸化膜の膜厚やバリア層105の残りを検知し信号を送る。また、研磨テーブル10-1及び11-1の近傍に設けた画像処理機能付きの膜厚測定機10-4又は11-4に画像処理機能付きの膜厚測定機を用い酸化膜の測定を行い、半導体基板Wの加工記録として残したり、次の工程に移送できるか否かの判定を行う。第3ステップの研磨で終点に達していない場合は、再研磨を行ったり、なんらかの異常で規定値を超えて研磨された場合は、不良品を増やさないように次の研磨を行わないよう半導体基板処理装置を停止させる。

第3ステップの終了後、トップリング10-2又は11-2によって半導体基板Wをプッシャー10-5又は11-5まで移動させ、プッシャー10-5又は11-5上に載せる。プッシャー10-5又は11-5上の半導体基板Wは第2ロボット8で取り上げる。この時プッシャー10-5又は11-5上で薬液を半導体基板Wの表面及び裏面に噴出してパーティクルを除去したり、つきにくくすることもある。

第2ロボット8は、半導体基板Wを第2洗浄機7又は第1洗浄機9に入れ洗浄を行う。半導体基板Wの表面は、主にパーティクル除去のために、純水に界面活性剤、キレート剤、またpH調整剤を加えた洗浄液を

用いて、PVAスポンジロールによりスクラブ洗浄される。半導体基板Wの裏面には、ノズル3-5からDHF等の強い薬液を噴出し、拡散しているCuをエッチングしたり、又は拡散の問題がなければ、表面と同じ薬液を用いてPVAスポンジロールによるスクラブ洗浄をする。

上記洗浄の終了後、半導体基板Wを第2ロボット8で取り上げ、反転機6に移し、反転させる。該反転させた半導体基板Wを第1ロボット3で取り上げ第3洗浄機4に入れる。第3洗浄機4では半導体基板Wの表面に超音波振動により励起されたメガソニック水を噴射して洗浄する。そのとき純水に界面活性剤、キレート剤、またpH調整剤を加えた洗浄液を用いて公知のペンシル型スポンジで表面を洗浄してもよい。洗浄後スピンドライにより乾燥させ、その後第1ロボット3で半導体基板Wを取り上げる。

上記のように研磨テーブル10-1又は11-1の近傍に設けた膜厚測定機10-4又は11-4で膜厚を測定した場合は、そのままロードアンロード部1のアンロードポートに載置するカセット1-1に収容する。

多層膜測定を行う場合は、乾燥状態での測定を行う必要があるので、一度、膜厚測定機13に入れ、各膜厚の測定を行う。そこで半導体基板Wの加工記録として残したり、次の工程に移送できるか否かの判定を行う。また、終点に達していない場合は、この後に加工する半導体基板Wにフィードバックを行ったり、何らかの異常で規定値を超えて研磨された場合は、不良を増やさないように次の研磨を行わないように装置を停止する。

図6A乃至図6Cは第1ロボット3と該ロボットのハンドに設けた乾燥状態膜厚測定機13の構成例を示す図である。図6Aは第1ロボット

の外観を示す図であり、図6Bおよび図6Cはそれぞれロボットハンドの平面図および断面図である。図示するように第1ロボット3には上下に二つのハンド3-1, 3-1を有し、該ハンド3-1, 3-1はそれぞれアーム3-2, 3-2の先端に取り付けられ、旋回移動できるようになっている。そしてハンド3-1, 3-1で半導体基板Wを掬い上げ（半導体基板Wを凹部に落とし込む）、所定の場所に移送することができるようになっている。

ハンド3-1の半導体基板Wの落とし込み面には、乾燥状態膜厚測定機13を構成するうず電流センサ13aが複数個（図では4個）設けられ、載置された半導体基板Wの膜厚を測定できるようになっている。

図7乃至図10および図45はCuめっき膜成膜ユニット2の構成例を示す図である。図7はCuめっき膜成膜ユニットの平面構成を示す図、図8は図7のA-A断面図、図9は基板保持部及びカソード部の拡大断面図、図10は電極アーム部の断面図、図45は図10に示す電極アーム部のハウジングを除いた状態の平面図である。Cuめっき成膜ユニット2には、図7に示すように、めっき処理及びその付帯処理を行う基板処理部2-1が設けられ、該基板処理部2-1に隣接して、めっき液を溜めるめっき液トレイ2-2が配置されている。また、回転軸2-3を中心に揺動するアーム2-4の先端に保持され、基板処理部2-1とめっき液トレイ2-2との間を揺動する電極部2-5を有する電極アーム部2-6が備えられている。

更に、基板処理部2-1の側方に位置して、プレコート・回収アーム2-7と、純水やイオン水等の薬液、更には気体等を半導体基板に向けて噴射する固定ノズル2-8が配置されている。ここでは、3個の固定ノズル2-8が配置され、その内の1個を純水供給用に用いている。基

板処理部 2-1 は図 8 及び図 9 に示すように、めっき面を上にして半導体基板 W を保持する基板保持部 2-9 と、該基板保持部 2-9 の上方で該基板保持部 2-9 の周縁部を囲むように配置されたカソード部 2-10 が備えられている。更に基板保持部 2-9 の周囲を囲んで処理中に用いる各種薬液の飛散を防止する有底略円筒状のカップ 2-11 が、エアシリンダ 2-12 を介して上下動自在に配置されている。

ここで、基板保持部 2-9 は、エアシリンダ 2-12 によって、下方の基板受け渡し位置 A と上方のめっき位置 B と、これらの中間の前処理・洗浄位置 C との間を昇降するようになっている。また基板保持部 2-9 は、回転モータ 2-14 及びベルト 2-15 を介して任意の加速度及び速度で前記カソード部 2-10 と一体に回転するように構成されている。この基板受け渡し位置 A に対向して、Cu めっき成膜ユニット 2 のフレーム側面の第 1 ロボット 3 側には、基板搬出入口（図示せず）が設けられ、基板保持部 2-9 がめっき位置 B まで上昇したときに、基板保持部 2-9 で保持された半導体基板 W の周縁部に下記のカソード部 2-10 のシール部材 2-16 とカソード電極 2-17 が当接するようになっている。一方、カップ 2-11 は、その上端が前記基板搬出入口の下方に位置し、図 9 の仮想線で示すように、上昇したときにカソード部 2-10 の上方に達するようになっている。

基板保持部 2-9 がめっき位置 B まで上昇した時に、この基板保持部 2-9 で保持した半導体基板 W の周縁部にカソード電極 2-17 が押し付けられ半導体基板 W に通電される。これと同時にシール部材 2-16 の内周端部が半導体基板 W の周縁上面に圧接し、ここを水密的にシールして、半導体基板 W の上面に供給されるめっき液が半導体基板 W の端部から染み出すのを防止すると共に、めっき液がカソード電極 2-17 を

汚染するのを防止している。

電極アーム部 2-6 の電極部 2-5 は、図 10 および図 45 に示すように、揺動アーム 2-4 の自由端にハウジング 2-18 と、該ハウジング 2-18 の周囲を囲む中空の支持枠 2-19 と、ハウジング 2-18 と支持枠 2-19 で周縁部を挟持して固定したアノード 2-20 とを有している。アノード 2-20 は、ハウジング 2-18 の開口部を覆っており、ハウジング 2-18 の内部には吸引室 2-21 が形成されている。そして該吸引室 2-21 にはめっき液を導入排出するめっき液導入管 2-28 及びめっき液排出管（図示せず）が接続されている。さらにアノード 2-20 には、その全面に亘って上下に連通する多数の通孔 2-20b が設けられている。

この実施の形態にあつては、アノード 2-20 の下面に該アノード 2-20 の全面を覆う保水性材料からなるめっき液含浸材 2-22 を取付け、このめっき液含浸材 2-22 にめっき液を含ませて、アノード 2-20 の表面を湿潤させることで、ブラックフィルムの基板のめっき面への脱落を防止し、同時に基板のめっき面とアノード 2-20 との間にめっき液を注入する際に、空気を外部に抜きやすくしている。このめっき液含浸材 2-22 は、例えばポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリ塩化ビニル、テフロン、ポリビニルアルコール、ポリウレタン及びこれらの誘導体の少なくとも 1 つの材料からなる織布、不織布またはスポンジ状の構造体、あるいはポーラスセラミックスからなる。

めっき液含浸材 2-22 のアノード 2-20 への取付けは、次のように行っている。即ち、下端に頭部を有する多数の固定ピン 2-25 を、この頭部をめっき液含浸材 2-22 の内部に上方に脱出不能に収納し軸部をアノード 2-20 の内部を貫通させて配置し、この固定ピン 2-2

5をU字状の板ばね2-26を介して上方に付勢させることで、アノード2-20の下面にめっき液含浸材2-22を板ばね2-26の弾性力を介して密着させて取付けている。このように構成することにより、めっきの進行に伴って、アノード2-20の肉厚が徐々に薄くなっても、アノード2-20の下面にめっき液含浸材2-22を確実に密着させることができる。したがって、アノード2-20の下面とめっき液含浸材2-22との間に空気が混入してめっき不良の原因となることが防止される。

なお、アノードの上面側から、例えば径が2mm程度の円柱状のPVC（ポリ塩化ビニル）またはPET（ポリエチレンテレフタレート）製のピンをアノードを貫通させて配置し、アノード下面に現れた該ピンの先端面に接着剤を付けてめっき液含浸材と接着固定するようにしても良い。アノードとめっき液含浸材は、接触させて使用することもできるが、アノードとめっき液含浸材との間に隙間を設け、この隙間にめっき液を保持させた状態でめっき処理することもできる。この隙間は20mm以下の範囲から選ばれるが、好ましくは0.1~10mm、より好ましくは1~7mmの範囲から選ばれる。特に、溶解性アノードを用いた場合には、下からアノードが溶解していくので、アノードとめっき液含浸材の隙間は時間を経るにつれて大きくなり、0~20mm程度の隙間ができる。

そして、前記電極部2-5は、基板保持部2-9がめっき位置B（図9参照）にある時に、基板保持部2-9で保持された基板Wとめっき液含浸材2-22との隙間が、0.1~10mm程度、好ましくは0.3~3mm、より好ましくは0.5~1mm程度となるまで下降し、この状態で、めっき液供給管からめっき液を供給して、めっき液含浸材2-

22にめっき液を含ませながら、基板Wの上面（被めっき面）とアノード2-20との間にめっき液を満たして、これによって、基板Wの被めっき面にめっきが施される。

基板受け渡し位置Aにある基板保持部2-9にめっき処理前の半導体基板Wを第1ロボット3のハンド3-1（図6A参照）で搬入し、該基板保持部2-9上に載置する。次にカップ2-11を上昇させ、同時に基板保持部2-9を前処理・洗浄位置Cに上昇させる。この状態で退避位置にあったプレコート・回収アーム2-7を半導体基板Wの対峙位置へ移動させ、その先端に設けたプレコートノズルから、例えば界面活性剤からなるプレコート液を半導体基板Wの被めっき面に間欠的に吐出する。この時、基板保持部2-9は回転しているため、プレコート液は半導体基板Wの全面に行き渡る。次に、プレコート・回収アーム2-7を退避位置に戻し、基板保持部2-9の回転速度を増して、遠心力により半導体基板Wの被めっき面のプレコート液を振り切って乾燥させる。

続いて、電極アーム部2-6を水平方向に旋回させ、電極部2-5がめっき液トレイ2-2上方からめっきを施す位置の上方に位置させ、この位置で電極2-5をカソード部2-10に向かって下降させる。電極部2-5の下降が完了した時点で、アノード2-20とカソード部2-10にめっき電圧を印加し、めっき液を電極部2-5の内部に供給して、アノード2-20を貫通しためっき液供給口よりめっき液含浸材2-22にめっき液を供給する。この時、めっき液含浸材2-22は半導体基板Wの被めっき面に接触せず、0.1～10mm程度、好ましくは0.3～3mm、より好ましくは0.5～1mm程度に接近した状態となっている。

めっき液の供給が続くと、めっき液含浸材2-22から染み出したC

uイオンを含んだめっき液が、めっき液含浸材2-22と半導体基板Wの被めっき面との間の隙間に満たされ、半導体基板Wの被めっき面にCuめっきが施される。この時、基板保持部2-9を低速で回転させても良い。

めっき処理が完了すると、電極アーム部2-6を上昇させた後に旋回させて、電極部2-5をめっき液トレイ2-2上方へ戻し、通常位置へ下降させる。次に、プレコート・回収アーム2-7を退避位置から半導体基板Wに対峙する位置へ移動させて下降させ、めっき液回収ノズル（図示せず）から半導体基板W上のめっき液の残部を回収する。このめっき液の残部の回収が終了した後、プレコート・回収アーム2-7を待避位置に戻し、半導体基板Wの中央部に純水を吐出し、同時に基板保持部2-9をスピードを増して回転させ半導体基板Wの表面のめっき液を純水に置換する。

上記リンス終了後、基板保持部2-9をめっき位置Bから処理・洗浄位置Cへ下降させ、純水用の固定ノズル2-8から純水を供給しつつ基板保持部2-9及びカソード部2-10を回転させて水洗を実施する。この時、カソード部2-10に直接供給した純水、又は半導体基板Wの面から飛散した純水によってシール部材2-16、カソード電極2-17も半導体基板Wと同時に洗浄することができる。

水洗完了後に、固定ノズル2-8からの純水の供給を停止し、更に基板保持部2-9及びカソード部2-10の回転スピードを増して、遠心力により半導体基板Wの表面の純水を振り切って乾燥させる。併せて、シール部材2-16及びカソード電極2-17も乾燥される。上記乾燥が終了すると基板保持部2-9及びカソード部2-10の回転を停止させ、基板保持部2-9を基板受渡し位置Aまで下降させる。

図 1 1 及び図 1 2 は、本発明の他の実施の形態におけるアノード 2 - 2 0 とめっき液含浸材 2 - 2 2 を示すものである。即ち、この例において、めっき液含浸材 2 - 2 2 は、アルミナ、SiC、ムライト、ジルコニア、チタニア、コーディエライト等の多孔質セラミックスまたはポリプロピレンやポリエチレン等の焼結体等の硬質の多孔質体、あるいはこれらの複合材料で構成されている。例えば、アルミナ系セラミックスにあっては、ポア径 30 ~ 200 μ m、気孔率 20 ~ 95 %、厚み 5 ~ 20 mm、好ましくは 8 ~ 15 mm 程度のものが使用される。

そして、このめっき液含浸材 2 - 2 2 は、その上部にフランジ部 2 - 2 2 a が設けられ、このフランジ部 2 - 2 2 a をハウジング 2 - 1 8 と支持棒 2 - 1 9 (図 1 0 参照) で挟持することで固定されており、このめっき液含浸材 2 - 2 2 の上面にアノード 2 - 2 0 が載置保持されている。なお、この実施の形態の場合、多孔質体又はメッシュ状等、様々な形状のアノードを載置することが可能である。

このように、めっき液含浸材 2 - 2 2 を多孔質体で構成することで、この内部に複雑に入り込んだめっき液を介してめっき液含浸材 2 - 2 2 の内部の電気抵抗を増大させて、めっき膜厚の均一化を図るとともに、パーティクルの発生を防止することができる。即ち、めっき液含浸材 2 - 2 2 が多孔質セラミックスからなる高抵抗体的一种であるために、めっき膜厚の均一化を図る点において好ましい。また、めっき液含浸材 2 - 2 2 の上にアノード 2 - 2 0 を載置保持することで、めっきの進行に伴ってアノード 2 - 2 0 の下面のめっき液含浸材 2 - 2 2 と接触している側が溶解しても、アノード 2 - 2 0 を固定するための治具を使用することなく、アノード 2 - 2 0 自体の自重でアノード 2 - 2 0 の下面と基板 W との距離を一定に保ち、かつここに空気が混入して空気溜まりが生

じてしまうことを防止することができる。なお、アノードとめっき液含浸材との間に間隙を設け、この間隙にめっき液を保持させた状態でめっき処理をすることもでき、この間隙は20 mm以下、好ましくは0.1～10 mm、より好ましくは1～7 mmの範囲から選ばれる。

図51は、図11および図12に示す装置の電氣的等価回路図である。

めっき液中に没したアノード2-20（陽極電極）と基板Wの導電層1a（陰極電極）の間にめっき電源2-37から所定の電圧を印加して、導電層1aの表面にめっき膜を形成すると、この回路中には、以下のような抵抗成分が存在する。

R1：電源－陽極間の電源線抵抗および各種接触抵抗

R2：陽極における分極抵抗

R3：めっき液抵抗

R4：陰極（めっき表面）における分極抵抗

Rp：高抵抗構造体の抵抗値

R5：導電層の抵抗

R6：陰極電位導入接点－電源間の電源線抵抗および各種接触抵抗

めっき液含浸材2-22である高抵抗構造体の抵抗値Rpは、例えば200 mmウェハの場合は0.01 Ω以上で、好ましくは0.01～2 Ωの範囲、より好ましくは0.03～1 Ωの範囲、更に好ましくは0.05～0.5 Ωの範囲である。この高抵抗構造体の抵抗値は以下の手順で測定する。まず、めっき装置内において、所定距離だけ離間したアノード2-20と基板Wからなる両極間に所定値の直流（I）を流してめっきを行ない、このときの直流電源の電圧（V1）を測定する。次に、同一のめっき装置において、両極間に所定厚さの高抵抗構造体を配置し、同一の値の直流（I）を流してめっきを行ない、このときの直流電源の

電圧 (V_2) を測定する。これにより、高抵抗構造体の抵抗値 $R_p = (V_2 - V_1) / I$ より求めることができる。この場合、アノードを構成する銅の純度は 99.99% 以上であることが好ましい。また、陽極板と基板からなる両極板の距離は、直径 200 mm の基板の場合には 5 ~ 25 mm であり、直径 300 mm の基板の場合には 15 ~ 75 mm であることが好ましい。なお、基板 W 上の導電層 1 a の抵抗 R_5 は、基板の外周と中心との間の抵抗値をテストにより測定する、あるいは導電層 1 a の材料の比抵抗と厚みから計算により求めることができる。

図 1 1 および図 1 2 に示す例では、アノード 2-20 の上面に、内部にめっき液導入路 2-28 a を有するとともに直径方向に延びる一文字状の形状のめっき液導入管 2-28 が設置されている。アノード 2-20 には、該めっき液導入管 2-28 に設けられためっき液導入孔 2-28 b に対向する位置にめっき液注入孔 2-20 a が設けられている。また、アノード 2-20 には、多数の通孔 2-20 b が設けられている。

アノード 2-20 のめっき液注入孔 2-20 a におおよそ対応する位置で、めっき液含浸材 2-22 の下面からめっき液が基板 W の上面（被めっき面）に達し、これによって、めっき液含浸材 2-22 と基板 W のめっき面を架橋するめっき液柱 2-30 が形成される。そして、めっき液の供給を継続することで、このめっき液柱 2-30 は徐々に成長したり、互いに繋がった後、図 4 6 に示すように、めっき液導入管 2-28 と直交する方向に進行して基板 W の被めっき面の全面に広がるめっき液 Q の流れが生じる。

これにより、このめっき液 Q の流れに乗って気泡 B が外方に押出され、しかもこのめっき液 Q の流れの前線 Q_1 が略直線状になって、めっき液 Q が空気を囲い込むことがない。このため、めっき液含浸材 2-22 と

基板Wの被めっき面との間に満たされるめっき液中に気泡が残ってしまうことが防止される。

ここで、図47Aに示すように、めっき液導入管2-28として、十字状に互いに直交する方向に延びる翼部を有し、この各翼部の長さ方向に沿った所定の位置にめっき液導入孔2-28bを有するものを、アノード（図示せず）として、このめっき液導入孔2-28bに対応する位置にめっき液注入孔2-20aを有するものをそれぞれ使用しても良い。この場合、前述と同様に、アノードのめっき液注入孔2-20aにおおよそ対応する位置で、めっき液含浸材と基板Wのめっき面を架橋するめっき液柱が形成され、めっき液の供給の継続に伴って、めっき液柱が徐々に成長した後、めっき液導入管2-28で区画された各象限内を放射状に拡がるめっき液Qの流れが生じて、めっき液Qが基板Wの被めっき面の全面に拡がる。また、図47Bに示すように、めっき液導入管2-28を円周状に配置し、所定の位置にめっき液導入孔2-28bを設けた場合も同様のめっき液Qの流れが生じる。めっき液導入管2-28のめっき液導入孔2-28bは等ピッチで等径の孔を設ける場合が多いが、ピッチと孔径を調整して液の吐出をコントロールすることも可能である。

図11、図12および図46に示す実施の形態によれば、アノード2-20のめっき液注入孔2-20aにおおよそ対応する位置で、めっき液含浸材2-22の下面からめっき液が基板Wの上面（被めっき面）に達し、めっき液含浸材2-22と基板Wの被めっき面を架橋するめっき液柱2-30が形成される。この時、めっき液は、めっき液含浸材2-22の内部を流れる際に、その流れ方向に沿って僅かに拡散され、これによって、めっき液が基板Wの到達した時のシード層107（図1A参照）に与えるダメージ、即ち局所的に噴流を当てることによるシード層

の現象を軽減して、後のめっき工程の膜厚均一性に寄与することができる。

また、通孔 2-20b の面内における分布を、中央を密に、周辺部を粗に設けることにより、均一にめっき液が拡がる効果がある。

なお、図 12 に仮想線で示すように、めっき液含浸材 2-22 の下面からめっき液が基板 W の上面（被めっき面）に達するめっき液柱 2-30 が形成された後、例えば基板 W を瞬時に上昇させて、めっき液含浸材 2-22 と基板 W とを瞬時に近接させるようにしても良い。また、基板のエッジに僅かに圧力をかけて凹状に湾曲させた状態で、同じくめっき液柱 2-30 が形成された後、圧力を開放して基板の形状を元に戻させることで、めっき液含浸材 2-22 と基板 W とを瞬時に近接させることも可能である。

例えばめっき液含浸材 2-22 の厚さが厚い場合や密度が高い（気孔率が低い）場合には、めっき液がめっき液含浸材 2-22 の内部を流れる際の抵抗が大きくなる。これによって、所定量のめっき液が出ずにめっき液柱 2-30 の結合が乱れ、この時に空気を巻き込んだとしても、めっき液含浸材 2-22 と基板 W とを瞬時に近接させることで、めっき液に外方への急激な流れを生じさせて、このめっき液と共に気泡を外方に追い出し、同時に、めっき液含浸材 2-22 と基板 W との間へのめっき液の供給を短時間で行うことができる。

なお、無通電状態でのめっき液とシード層 107（図 1A 参照）の接触はシード層 107 の減少を招き、通電状態でも基板 W の表面にめっき液が短時間で拡がらないと、めっき初期の膜厚にバラツキが生じ、これらはその後のめっき膜厚の均一性を損なう原因となる。しかしながら、このように、めっき液含浸材 2-22 と基板 W との間へのめっき液の供

給を短時間で行うことで、これらの弊害を防止することができる。

また、図 1 1 に示すように、めっき処理の最中に、めっき液注入孔 2-20 a よりめっき液含浸材 2-22 にめっき液を供給してめっき液含浸材 2-22 と基板 W の被めっき面との間にめっき液を注入し、同時に、通孔 2-20 b を経由して、通孔 2-20 b に接続されためっき液排出管（図示せず）からこの注入されためっき液と同量のめっき液を吸引排出することもできる。

このように、めっき処理中にめっき液を攪拌することにより、液張りを行う際に抜くことができなかった気泡や、液張り後のめっき処理中に発生した気泡をも除去することが可能となる。

また、本めっき装置では、基板 W の被めっき面とアノード 2-20 との間隔が狭く、使用するめっき液が少量で済む反面、めっき液中の添加剤やイオンが限られた量となるため、短時間で効率的なめっきを行うためには、それらの添加剤等をめっき液中に均一に分布する必要がある。この点、この実施の形態によれば、めっき処置中にめっき液が攪拌されるため、添加剤やイオンを均一に分布させた状態でのめっきが可能となる。本めっき装置にあっては、半導体基板 W を陰極に、アノードを陽極に接続することにより半導体基板 W 上にめっきが施されるが、逆電圧をかけることにより、半導体基板 W に設けられためっき膜のエッチングもできる。穴への埋め込みめっきがほぼ完了した状態で（40～400 秒）、わずかな時間（例えば 1～60 秒）送電圧をかけた後、再度、順電圧をかけると（50 秒、0.5 μ ）、送電圧をかけることにより添加剤の動きを抑えて、穴の上のみにもり上がりができるのを防ぎ、めっき膜の均一化ができる。

また、図 4 2 には他の実施形態が示され、この実施形態においては、

めっき液導入管 2-28 自体にこれと連通する管 2-32 を設け、この管 2-32 をアノード 2-20 のめっき液導通孔 2-28b 内に挿入してその先端をめっき液含浸材 2-22 表面に当接するようにしている。即ちこの実施形態においては、めっき液をアノード 2-20 に全く触れることなくめっき液含浸材 2-22 表面に供給できる。このめっき液導入管 2-28 と管 2-32 とはめっき液によって何ら影響を受けない材質の合成樹脂によって一体に形成されている。なお、符号 2-31 は基板 W を保持する保持部材である。

そしてめっき液導入管 2-28 から管 2-32 を通して直接めっき液含浸材 2-22 の表面に供給されためっき液は、めっき液含浸材 2-22 内をわずかに拡散しながら基板 W 表面に達し、基板 W とめっき液含浸材 2-22 の表面間に円形のめっき液柱 2-30 を複数形成し、複数のめっき液柱 2-30 が基板 W 上で互いに結合し基板 W 上をめっき液で満たしていく。

このめっき工程を繰り返しても、経時的に管 2-32 の先端の内径が広がることはないので、理想的なめっき液柱 2-30 が経時的に崩れることはなく、従ってめっき液柱 2-30 の結合の乱れによる空気の巻き込みは生じず、気泡がめっき液含浸材 2-22 と基板 W の間に堆積することはない、めっき膜厚が不均一になることはない。

図 43 は本発明の他の実施形態を用いた電解めっき装置の概略構成図である。この電解めっき装置において前記図 42 に示す実施形態と相違する点は、めっき液導入管 2-28 にこれと一体に管 2-32 を形成する代わりに、アノード 2-20 のめっき液導通孔 2-28b 内に別途作製した管 2-33 を挿入した点である。この場合も管 2-33 をめっき液によって何ら影響を受けない材質のもので構成し、その先端（下端）

をめっき液含浸材 2-22 の上面に当接するようにする。

このように構成しても図 4 2 に示す実施形態と同様に、めっき液はアノード 2-20 に直接接触れることはなく、たとえめっき工程を繰り返して行なっても、経時的に管 2-33 の先端の内径が広がることはない。従ってめっき液含浸材 2-22 から供給されるめっき液柱 2-30 が経時的に崩れることはなく、常に理想的な状態を保て、空気の巻き込みは生じない。

図 4 4 は本発明の他の実施形態を用いた電解めっき装置の概略構成図である。この電解めっき装置において前記図 4 2 に示す実施形態と相違する点は、めっき液導入管 2-28 にこれと一体に管 2-32 を設ける代わりに、アノード 2-20 のめっき液導通孔 2-28b とめっき液含浸材 2-22 に設けた電解液通路部 2-34 内に別途作製した管 2-33 を挿入した点である。この場合も管 2-33 をめっき液によって何ら影響を受けない材質で構成する。

このように構成すると、たとえめっき工程を繰り返して行っても、経時的に管 2-33 の先端の内径が広がることはなく、理想的なめっき液柱 2-30 が経時的に崩れることはなく、従って、めっき液柱 2-30 の結合の乱れによる空気の巻き込みは生じず、気泡がめっき液含浸材 2-22 と基板 W の間に堆積してめっき膜厚が不均一になることはない。同時に管 2-33 がめっき液含浸材 2-22 内に突入しているので、めっき液含浸材 2-22 をめっき液が通過する際の抵抗が減り、たとえめっき液含浸材 2-22 として厚みの厚いものや密度の高い（気孔率が低い）ものを用いた場合でも、めっき液含浸材 2-22 の所定位置から適量のめっき液が供給されて、めっき液柱 2-30 の結合の乱れによる空気の巻き込みは生じず、気泡がめっき液含浸材 2-22 と基板 W の間に

堆積してめっき膜厚が不均一になることはない。

図 4 8 は図 4 2 に示す実施形態の変形例を示す断面図である。

図 4 2 に示すめっき装置にあっては、めっき液含浸材 2-22 の外形状、内部構造、又は電気伝導率の異なる部材の装着の内の少なくとも一つの調整により、被処理基板表面の電場を制御することもできる。このように被処理基板表面の電場の状態が所望の状態になるように積極的に制御すれば、被処理基板の電解処理による処理状態を目的とする面内分布の処理状態とすることができる。電解処理がめっき処理の場合は、被処理基板上に形成されるめっき膜厚の均一化を図ったり、被処理基板上のめっき膜厚に任意に分布を持たせたりすることができる。

ここで前記外形状の調整は、めっき液含浸材 2-22 の厚みの調整、めっき液含浸材 2-22 の平面上での形状の調整等により行われる。

また前記めっき液含浸材 2-22 は、多孔質物質で構成されており、多孔質物質の内部構造の調整は、多孔質物質の気孔径分布の調整、気孔率分布の調整、屈曲率分布の調整、材料組み合わせの調整等により行われる。

また前記電気伝導率の異なる部材の装着による調整は、電気伝導率の異なる部材によってめっき液含浸材 2-22 の遮蔽面積を調整することにより行われる。

そこで、図 4 8 に示す実施の形態にあっては、多孔質セラミックス板（多孔質物質）2-22 の外周側面にこれを囲むようにバンド状の絶縁性部材 2-35 を巻きつけている。この絶縁性部材 2-35 の材質としては、例えばフッ素ゴムのような伸縮性材料を用いる。

そしてめっき液導入管 2-28 からアノード 2-20 のめっき液導通孔 2-28b を通して多孔質セラミックス板（めっき液含浸材）2-2

2に加圧供給されためっき液は、多孔質の多孔質セラミックス板2-22内に浸透してその内部をめっき液で満たすと共に、その下面から吐出して基板Wと多孔質セラミックス板2-22の間の空間をめっき液で満たす。なおめっき液の導入はリップシール2-16と多孔質セラミックス板2-22の端面との隙間から行ってもよい。この場合はめっき液導入管2-28やアノード2-20のめっき液導通孔2-28bは不要である。

そしてアノード2-20と基板W間に所定の電圧を印加して直流電流を流すと、基板Wの導電層の表面全体にめっき（例えば銅めっき）が行われていく。本実施形態によれば、アノード2-20と基板Wの間に多孔質セラミックス板2-22を介在しているので、前述のように基板W表面の接点2-17からの距離の相違による各部の抵抗値の違いによる影響を受けにくく、基板Wの導電層の表面全体に略均一なめっき（例えば銅めっき）が行われていく。

しかしながら接点2-17に近い外周部近傍部分はそれでも電流密度が高くなり、めっき膜厚は他の部分に比べて厚くなる傾向にある。

そこで本実施形態においては、多孔質セラミックス板2-22の外周側面に絶縁性部材2-35を巻き付けることで、図48に点線で示すように、基板Wの外周部近傍に電流が集中するのを阻害してその電流密度を低下させ、基板Wの他の部分に向かう電流密度と略同じになるようにしたものである。

ここで、陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と、該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に電解液を満たして被処理基板の電解処理を行う電解処理装置において、前記電解液の少なくとも一部に、該電解液の電気伝導率より小さい電気伝導率の高抵抗構造体を設け、

前記高抵抗構造体はその外周が保持部材によって保持されており、且つ高抵抗構造体と保持部材の間にはこの部分から電解液が漏れて電流が流れるのを防止するシール部材が設けられるようにしてもよい。

〔シール部材を用いた実施形態〕

図49は図48に示すものと同様の構造の電解めっき装置の多孔質セラミックス板2-22の外周部近傍部分を示す要部概略図である。但しこの電解めっき装置には図48に示す絶縁性部材2-35は記載されていない。この電解めっき装置においては保持部材2-18と多孔質セラミックス板2-22の間隙部分がシールされていないので、矢印で示すようにこの隙間部分を通してアノード2-20からめっき液が流れ出し、電流の通路が生じる。この電流通路は多孔質セラミックス板2-22の内部を通らない通路なので抵抗値が低く、従って電流密度が高くなって基板Wの外周部近傍のめっき膜厚を薄くしようとする制御ができなくなる恐れがある。

そこでこの実施形態においては、図50A及び図50Bに示すように前記多孔質セラミックス板2-22と保持部材2-18の間にシール部材2-36を設けることで、この部分からのめっき液の漏れを防止して基板Wの外周部近傍のめっき膜厚を薄く制御できるようにしている。

なおこの実施形態におけるシール部材2-36は断面逆L字状であり、また絶縁物によって構成されるので、図48に示す絶縁性部材としての作用も併せて持っている。またシール部材2-36は、図50Bにその断面を示すように、保持部材2-18と多孔質セラミックス板2-22の下面とが接する部分をシールする環状のシール部材部2-36aと、図48に示すバンド状の絶縁性部材2-35と同様の機能を発揮する絶縁性部材部2-36bとを、別部品として各々取り付けることで構成し

ても良い。

なおこのシール部材 2-36 は、図 48 以外の各実施形態にも適用できることは言うまでもない。即ち高抵抗構造体 4 の外周側面と保持部材 2-18 の間からのめっき液の漏れを防止するシール部材 2-36 を他の各種実施形態に係る電場制御手段と併用することで、さらに効果的な電場制御が行える。

図 13 は本発明に係る基板処理装置の他の平面配置構成を示す図である。図 13 において、図 2 と同一符号を付した部分は同一又は相当部分を示す。なお、図 14 および図 15 においても同様とする。本基板研磨装置は、第 1 ポリッシング装置 10 と第 2 ポリッシング装置 11 に接近してプッシャーインデクサー 25 を配置し、第 3 洗浄機 4 と Cuめっき膜成膜ユニット 2 の近傍にそれぞれ基板載置台 21、22 を配置し、第 1 洗浄機 9 と第 3 洗浄機 4 の近傍にロボット 23（以下、「第 2 ロボット 23」と記す）を配置し、第 2 洗浄機 7 と Cuめっき膜成膜ユニット 2 の近傍にロボット 24（以下、「第 3 ロボット 24」と記す）を配置し、更にロードアンロード部 1 と第 1 ロボット 2 の近傍に乾燥状態膜厚測定機 13 を配置している。

上記構成の基板処理装置において、第 1 ロボット 3 は、ロードアンロード部 1 のロードポートに載置されているカセット 1-1 から半導体基板 W を取り出し、乾燥状態膜厚測定機 13 でバリア層 105 及びシード層 107 の膜厚を測定した後、該半導体基板 W を基板載置台 21 に載せる。なお、乾燥状態膜厚測定機 13 が図 6B および図 6C に示すように、第 1 ロボット 3 のハンド 3-1 に設けられている場合はそこで膜厚を測定し、基板載置台 21 に載せる。第 2 ロボット 23 で基板載置台 21 上の半導体基板 W を Cuめっき膜成膜ユニット 2 に移送し、Cuめっき膜

106を成膜する。Cuめっき膜106の成膜後、めっき前後膜厚測定機12でCuめっき膜106の膜厚を測定する。その後、第2ロボット23は半導体基板Wをプッシャーインデクサー25に移送し搭載する。
〔シリーズモード〕

シリーズモードでは、トップリングヘッド10-2がプッシャーインデクサー25上の半導体基板Wを吸着し、研磨テーブル10-1に移送し、研磨テーブル10-1上の研磨面に該半導体基板Wを押圧して研磨を行なう。研磨の終点検知は上記と同様な方法で行い、研磨終了後の半導体基板Wはトップリングヘッド10-2でプッシャーインデクサー25に移送され搭載される。第2ロボット23で半導体基板Wを取り出し、第1洗浄機9に搬入し洗浄し、続いてプッシャーインデクサー25に移送し搭載する。

トップリングヘッド11-2がプッシャーインデクサー25上の半導体基板Wを吸着し、研磨テーブル11-1に移送し、その研磨面に該半導体基板Wを押圧して研磨を行なう。研磨の終点検知は上記と同様な方法で行い、研磨終了後の半導体基板Wはトップリングヘッド11-2でプッシャーインデクサー25に移送され搭載される。第3ロボット24は半導体基板Wを取り上げ、膜厚測定機26で膜厚を測定した後、第2洗浄機7に搬入し洗浄する。続いて第3洗浄機4に搬入し、ここで洗浄した後にスピンドライで乾燥を行い、その後、第3ロボット24で半導体基板Wを取り上げ、基板載置台22上に載せる。

〔バラレルモード〕

バラレルモードでは、トップリングヘッド10-2又は11-2がプッシャーインデクサー25上の半導体基板Wを吸着し、研磨テーブル10-1又は11-1に移送し、研磨テーブル10-1又は11-1上の

研磨面に該半導体基板Wを押圧してそれぞれ研磨を行う。膜厚を測定した後、第3ロボット24で半導体基板Wを取り上げ、基板載置台22上に載せる。

第1ロボット3は基板載置台22上の半導体基板Wを乾燥状態膜厚測定機13に移送し、膜厚を測定した後、ロードアンロード部1のカセット1-1に戻す。

図14は本発明に係る基板処理装置の他の平面配置構成を示す図である。本基板処理装置はシード層107が形成されていない半導体基板Wにシード層107及びCuめっき膜106を形成し研磨除去し回路配線を形成する基板処理装置である。本基板処理装置が図2に示す基板処理装置と相違する点は、図2の第3洗浄機4に替えてシード層成膜ユニット27を設けた点である。

シード層107の形成前の半導体基板Wを収容したカセット1-1をロードアンロード部1のロードポートに載置する。第1ロボット3でシード層107の形成前の半導体基板Wをカセット1-1から取り出し、シード層成膜ユニット27でシード層(Cuシード層)107の成膜を行う。シード層107は無電解めっきで行い、成膜後熱を加えてシード層107の密着性をよくする。シード層107の膜厚をめっき前後膜厚測定機12で測定する。

第1ロボット3で半導体基板を取り出し、Cuめっき膜成膜ユニット2でCuめっき膜106の成膜を行う。Cuめっき膜106の成膜は、まず半導体基板Wの表面の親水処理を行い、その後にCuめっきを行う。その後リンス若しくは洗浄を行う。時間に余裕があれば、乾燥してもよい。第1ロボット3で半導体基板Wを取り出す時にめっき前後膜厚測定機12でCuめっき膜106の膜厚を測定する。上記測定方法はシード

層 1 0 7 の膜厚測定とおなじであり、その測定結果は、半導体基板 W の記録データとして記録され、なお且つ C u めっき膜成膜ユニット 2 の異常判定にも使用される。膜厚測定後、第 1 ロボット 3 が半導体基板 W を反転機 5 に渡し、半導体基板 W を反転させる。

次に、第 2 ロボット 8 で反転機 5 から半導体基板 W を取り上げブッシャー 1 0 - 5 又は 1 1 - 5 に載せる。続いて、トップリング 1 0 - 2 又は 1 1 - 2 で半導体基板 W を吸着し、研磨テーブル 1 0 - 1 又 1 1 - 1 上に移送し、研磨テーブル 1 0 - 1 又は 1 1 - 1 上の研磨面に押圧して研磨を行う。ここでの研磨は図 2 に示す基板処理装置のパラレルモード研磨におけるステップ 1 乃至ステップ 3 の処理と略同一であるからその説明は省略する。

研磨終了後、トップリング 1 0 - 2 又は 1 1 - 2 は半導体基板 W をブッシャー 1 0 - 5 又は 1 1 - 5 に戻し、第 2 ロボット 8 で半導体基板 W を取り上げ第 1 洗浄機 9 に搬入する。この時ブッシャー 1 0 - 5 又は 1 1 - 5 上で薬液を半導体基板 W の表面、裏面に噴出し、パーティクルを除去したり、つきにくくすることもある。

第 1 洗浄機 9 では、半導体基板 W の表面、裏面をスクラブ洗浄する。半導体基板 W の表面は、主にパーティクルの除去のため洗浄水として純水に界面活性剤、キレート剤、又は p H 調整剤を加えたものが用いられ P V A ロールスポンジでスクラブ洗浄される。半導体基板 W の裏面には、D H F 等の強い薬液を噴射し、拡散している C u をエッチングしたり、又は C u 拡散の問題がなければ、表面と同じ薬液を用い P V A ロールスポンジでスクラブ洗浄する。

洗浄後、第 2 ロボット 8 で半導体基板 W を取り上げ、反転機 6 に渡し、該反転機 6 で半導体基板 W を反転させる。第 2 ロボット 8 で再度半導体

基板Wを取り上げ第2洗浄機7に搬入する。第2洗浄機7では、半導体基板Wの表面に超音波振動を加えたメガソニック水を噴射して洗浄する。その時、純水に界面活性剤、キレート剤、又はpH調整剤を加えた洗浄液を用いてペンシル型スポンジで表面を洗浄してもよい。その後半導体基板Wをスピンドライにより乾燥させる。

その後、第2ロボット8で半導体基板Wを取り上げ、そのまま反転機6に渡す。第1ロボット3は反転機6上の半導体基板を取り上げ、上記研磨テーブル10-1、11-1の近傍に配置した膜厚測定機10-4、11-4で膜厚を測定している場合は、そのままロードアンロード部1のアンロードポートに載置したカセット1-1に収納する。多層膜の膜厚を測定する場合は、乾燥状態での測定を行う必要があるので、一度、乾燥状態膜厚測定機13で膜厚を測定する。この場合、図6Bおよび図6Cに示すように第1ロボット3のハンド3-1に乾燥状態膜厚測定機13が付いている場合は、ロボットハンド上で膜厚を測定できる。この膜厚測定結果は半導体基板Wの加工記録として残したり、次の工程に持っていけるか否かの判定を行う。

図15は本発明に係る基板処理装置の他の平面配置構成を示す図である。本基板処理装置では図14に示す基板処理装置と同様、シード層107が形成されていない半導体基板Wにシード層107及びCuめっき膜106を形成し、研磨して回路配線を形成する基板処理装置である。

本基板研磨装置は第1ポリッシング装置10と第2ポリッシング装置11に接近してプッシャーインデクサー25を配置し、第2洗浄機7とシード層成膜ユニット27の近傍にそれぞれ基板載置台21、22を配置し、シード層成膜ユニット27とCuめっき膜成膜ユニット2に接近してロボット23（以下、「第2ロボット23」と記す）を配置し、第

1 洗浄機 9 と第 2 洗浄機 7 の近傍にロボット 2 4（以下、「第 3 ロボット 2 4」と記す）を配置し、更にロードアンロード部 1 と第 1 ロボット 3 の近傍に乾燥膜厚測定機 1 3 を配置している。

第 1 ロボット 3 でロードアンロード部 1 のロードポートに載置されているカセット 1-1 から、バリア層 1 0 5 が形成されている半導体基板 W を取り出して基板載置台 2 1 に載せる。次に第 2 ロボット 2 3 は半導体基板 W をシード層成膜ユニット 2 7 に搬送し、シード層 1 0 7 を成膜する。このシード層 1 0 7 の成膜は無電解めっきで行う。第 2 ロボット 2 3 はシード層 1 0 7 の形成された半導体基板をめっき前後膜厚測定機 1 2 でシード層 1 0 7 の膜厚を測定する。膜厚測定後、Cuめっき膜成膜ユニット 2 に搬入し、Cuめっき膜 1 0 6 を形成する。

Cuめっき膜 1 0 6 を形成後、その膜厚を測定し、プッシャーインデクサー 2 5 に移送する。トップリング 1 0-2 又は 1 1-2 はプッシャーインデクサー 2 5 上の半導体基板 W を吸着し、研磨テーブル 1 0-1 又は 1 1-1 に移送し研磨する。研磨後、トップリング 1 0-2 又は 1 1-2 は半導体基板 W を膜厚測定機 1 0-4 又は 1 1-4 に移送し、膜厚を測定し、プッシャーインデクサー 2 5 に移送して載せる。

次に、第 3 ロボット 2 4 はプッシャーインデクサー 2 5 から半導体基板 W を取り上げ、第 1 洗浄機 9 に搬入する。第 3 ロボット 2 4 は第 1 洗浄機 9 から洗浄された半導体基板 W を取り上げ、第 2 洗浄機 7 に搬入し、洗浄し乾燥した半導体基板を基板載置台 2 2 上に載置する。次に、第 1 ロボット 3 は半導体基板 W を取り上げ乾燥状態膜厚測定機 1 3 で膜厚を測定し、ロードアンロード部 1 のアンロードポートに載置されているカセット 1-1 に収納する。

上記例では図 1 4 に示す構成の基板処理装置でシード層 1 0 7 及び C

uめっき膜106を成膜する例を示したが、図14に示す構成の基板処理装置によって、回路パターンのコンタクトホール103又は溝104が形成された半導体基板W上にバリア層105、シード層107及びCuめっき膜106を形成し、研磨して回路配線を形成することができる。

バリア層105の形成前の半導体基板Wを収容したカセット1-1をロードアンロード部1のロードポートに載置する。第1ロボット3でカセット1-1から半導体基板Wを取り出し、シード層成膜ユニット27に搬入し、バリア層105とシード層107の成膜を行う。バリア層105とシード層107の成膜は無電解めっき法で行い、めっき後加熱し、バリア層105及びシード層107の密着性をよくする。その後Cuめっき膜成膜ユニット2でCuめっき膜106を成膜する。その時、めっき前後膜厚測定機12でバリア層105、シード層107の膜厚を測定する。Cuめっき膜106の形成後の処理は、上記の図14に示す基板処理装置の処理で説明したものと同一であるから、その説明は省略する。

図15に示す基板処理装置においても、上記のように回路パターンのコンタクトホール103又は溝104が形成された半導体基板W上にバリア層105、シード層107及びCuめっき膜106を形成して、研磨して回路配線を形成することができる。

バリア層105形成前の半導体基板Wを収容したカセット1-1をロード・アンロード部1のロードポートに載置する。第1ロボット3でロードアンロード部1のロードポートに載置されているカセット1-1から、半導体基板Wを取り出して基板載置台21に載せる。次に第2ロボット23は半導体基板Wをシード層成膜ユニット27に搬送し、バリア層105とシード層107を成膜する。このバリア層105とシード層107の成膜は無電解めっきで行う。第2ロボット23はバリア層とシ

ード層 107 の形成された半導体基板 W をめっき前後膜厚測定機 12 でバリア層 105 とシード層 107 の膜厚を測定する。膜厚測定後、Cuめっき膜成膜ユニット 2 に搬入し、Cuめっき膜 106 を形成する。Cuめっき膜 106 の形成後の処理は、上記の図 15 に示す基板処理装置の処理で説明したと同じであるから、その説明は省略する。

なお、上記実施形態例では、Cuめっき膜 106 を形成して回路配線を形成する例を示したが、Cuめっきに限定されるものではなく、Cu合金又はその他の金属でもよい。

図 16 は、本発明に係る基板処理装置の他の実施形態例の平面配置構成を示す図である。本基板処理装置は、バリア層成膜ユニット 111、シード層成膜ユニット 112、めっき膜成膜ユニット 113、アニールユニット 114、第 1 洗浄ユニット 115、ベベル・裏面洗浄ユニット 116、蓋めっきユニット 117、第 2 洗浄ユニット 118、第 1 アライナ兼膜厚測定器 141、第 2 アライナ兼膜厚測定器 142、第 1 基板反転機 143、第 2 基板反転機 144、基板仮置き台 145、第 3 膜厚測定器 146、ロード／アンロード部 120、第 1 ポリッシング装置 121、第 2 ポリッシング装置 122、第 1 ロボット 131、第 2 ロボット 132、第 3 ロボット 133、第 4 ロボット 134 を配置した構成である。なお、膜厚測定器 141、142、146 はユニットになっており、他のユニット（めっき、洗浄、アニール等のユニット）の間口寸法と同一サイズにしているため、入れ替え自在である。

この実施形態例では、バリア層成膜ユニット 111 は無電解 Ruめっき装置、シード層成膜ユニット 112 は無電解 Cuめっき装置、めっき膜成膜ユニット 113 は電解めっき装置を用いることができる。

図 17 は、本基板処理装置内での各工程の流れを示すフローチャート

である。このフローチャートにしたがって、この装置内での各工程について説明する。まず、第1ロボット131によりロード・アンロードユニット120に載置されたカセット120aから取り出された半導体基板は、第1アライナ兼膜厚測定ユニット141内に被めっき面を上にして配置される。ここで、膜厚計測を行うポジションの基準点を定めるために、膜厚計測用のノッチアライメントを行った後、Cu膜形成前の半導体基板の膜厚データを得る。

次に、半導体基板は、第1ロボット131により、バリア層成膜ユニット111へ搬送される。このバリア層成膜ユニット111は、無電解Ruめっきにより半導体基板上にバリア層を形成する装置で、半導体装置の層間絶縁膜（例えば、SiO₂）へのCu拡散防止膜としてRuを成膜する。洗浄、乾燥工程を経て払い出された半導体基板は、第1ロボット131により第1アライナ兼膜厚測定ユニット141に搬送され、半導体基板の膜厚、即ちバリア層の膜厚を測定される。

膜厚測定された半導体基板は、第2ロボット132でシード層成膜ユニット112へ搬入され、前記バリア層上に無電解Cuめっきによりシード層が成膜される。洗浄、乾燥工程を経て払い出された半導体基板は、第2ロボット132により含浸めっきユニットであるめっき膜成膜ユニット113に搬送される前に、ノッチ位置を定めるために第2アライナ兼膜厚測定器142に搬送され、Cuめっき用のノッチのアライメントを行う。ここで、必要に応じてCu膜形成前の半導体基板の膜厚を再計測してもよい。

ノッチアライメントが完了した半導体基板は、第3ロボット133によりめっき膜成膜ユニット113へ搬送され、Cuめっきが施される。洗浄、乾燥工程を経て払い出された半導体基板は、第3ロボット133

により半導体基板端部の不要なCu膜（シード層）を除去するためにベベル・裏面洗浄ユニット116へ搬送される。ベベル・裏面洗浄ユニット116では、予め設定された時間でベベルのエッチングを行うとともに、半導体基板裏面に付着したCuをフッ酸等の薬液により洗浄する。この時、ベベル・裏面洗浄ユニット116へ搬送する前に第2アライナ兼膜厚測定器142にて半導体基板の膜厚測定を実施してめっきにより形成されたCu膜厚の値を得ておき、その結果により、ベベルのエッチング時間を任意に変えてエッチングを行っても良い。なお、ベベルエッチングによりエッチングされる領域は、基板の周縁部であって回路が形成されない領域、または回路が形成されていても最終的にチップとして利用されない領域である。この領域にはベベル部分が含まれる。

ベベル・裏面洗浄ユニット116で洗浄、乾燥工程を経て払い出された半導体基板は、第3ロボット133で基板反転機143に搬送され、該基板反転機143にて反転され、被めっき面を下方に向けた後、第4ロボット134により配線部を安定化させるためにアニールユニット114へ投入される。アニール処理前及び／又は処理後、第2アライナ兼膜厚測定ユニット142に搬入し、半導体基板に形成された、銅膜の膜厚を計測する。この後、半導体基板は第4ロボット134により、第1ポリッシング装置121に搬入され、半導体基板のCu層、シード層の研磨を行う。

この際、砥粒等は所望のものが用いられるが、ディッシングを防ぎ、表面の平面度を出すために、固定砥粒を用いることもできる。第1ポリッシング終了後、半導体基板は第4ロボットにより第1洗浄ユニット115に搬送され、洗浄される。この洗浄は、半導体基板直径とほぼ同じ長さを有するロールを半導体基板の表面と裏面に配置し、半導体基板及

びロールを回転させつつ、純水又は脱イオン水を流しながら洗浄するスクラブ洗浄である。

第1の洗浄終了後、半導体基板は第4ロボット134により第2ポリッシング装置122に搬入され、半導体基板上のバリア層が研磨される。この際、砥粒等は所望のものが用いられるが、ディッシングを防ぎ、表面の平面度を出すために、固定砥粒を用いることもできる。第2ポリッシング終了後、半導体基板は第4ロボット134により、再度第1洗浄ユニット115に搬送され、スクラブ洗浄される。洗浄終了後、半導体基板は第4ロボット134により第2基板反転機144に搬送され反転されて、被めつき面を上方に向けられ、更に第3ロボットにより基板仮置き台145に置かれる。

半導体基板は、第2ロボット132により基板仮置き台145から蓋めつきユニット117に搬送され、Cuの大気による酸化防止を目的にCu面上にニッケル・ボロンめつきを行う。蓋めつきが施された半導体基板は、第2ロボット132により蓋めつきユニット117から第3膜厚測定器146に搬入され、銅膜厚が測定される。その後、半導体基板は第1ロボット131により第2洗浄ユニット118に搬入され、純水又は脱イオン水により洗浄される。洗浄が終了した半導体基板はロードアンロード部120に載置されたカセット120a内に戻される。

アライナ兼膜厚測定器141及びアライナ兼膜厚測定器142は、基板ノッチ部分の位置決め及び膜厚の測定を行う。このアライナ兼膜厚測定器142の概略図を図18および図19に示す。このアライナ兼膜厚測定器142における半導体基板の動きを示すフローチャートを図20に示す。

アライナ兼膜厚測定器142では、半導体基板Wを回転させながら、

フォトマイクロセンサ142-1によりノッチWaを検出し、任意の位置へノッチWaの位置決めを行う。例えば、ノッチWa位置を検出することで膜厚計測ポイントの基準位置を定めて、処理前と処理後の計測ポイントがずれないようにしたり、めっき装置搬入時の、半導体基板の載置方向を揃えることができる。

装置構成としては、回転可能真空チャック142-4、リフト142-2及びノッチ検出用のフォトマイクロセンサ142-1、膜厚計測用の渦電流センサ142-3等を具備する。図18乃至図20において、第2ロボットハンド132のハンド132-1により半導体基板Wを搬入する(ステップS1)。アライナ兼膜厚測定器142はリフト142-2を上昇させ半導体基板をリフト142-2に移載する(ステップS2)。第2ロボット132のハンド132-1を退避させ(ステップS3)、リフトを下降させる(ステップS4)。これにより半導体基板Wを真空チャック142-4上に搭載する(ステップS5)。

その後、真空チャック142-4は、回転しながら、フォトマイクロセンサ142-1によりノッチWaを検出し、その後の処理に応じた任意の位置へノッチWaを位置決めする(ステップS6)。また、必要に応じて渦電流センサ142-3で半導体基板Wの任意ポイントの膜厚を計測する(ステップS7)。その後、めっき処理装置投入時に、めっきユニット113内の半導体基板WのノッチWaの位置が定位置になるように半導体基板Wを位置決めする(ステップS8)。その後、真空チャックをOFFとし(ステップS9)、リフト142-2を上昇させることにより半導体基板Wを移載させ(ステップS10)、第3ロボット133のハンド133-1を挿入し(ステップS11)、リフト142-2を下降させ(ステップS12)、該半導体基板Wをハンド133-

1に移載し、半導体基板Wを取り出す（ステップS13）。

なお、図18および図19において、符号142-6は真空ポンプであり、真空ポンプ142-6はロータリージョイント142-5を介して真空チャック142-4の吸着穴に接続されている。符号142-7は真空チャック142-4を回転するモータ、符号142-9は渦電流センサ142-3が取付けられたアーム142-8を回動させるモータ、符号142-10はリフタ142-2を上下動させるアクチュエータである。また、符号142-11は半導体基板Wの仮置台である。また、アライナ兼膜厚測定器141の構成及び動作はアライナ兼膜厚測定器142と同じなのでその説明は省略する。

無電解Ruめっき装置であるバリア層成膜ユニット111へ受け渡された半導体基板Wは、まず、触媒としてPdが付与される。Pdは半導体基板Wに30ml程度付与され、処理時間は約1分間程度である。半導体基板Wを水洗した後、活性化処理のため、半導体基板Wは塩酸で処理される。この際、塩酸は36%液を100ml/L程度の濃度で、液量30ml程度、処理時間約1分程度である。再度、半導体基板Wを水洗した後、無電解Ruめっきを行う。ルテニウムめっき液は、 $RuCl_3 \cdot xH_2O$ が用いられる。基板面温度約85℃で、約10分程度処理される。その時の成膜レートは約2nm/分となる。こうして、バリア層を形成し、水洗、スピン乾燥工程を経て完了となる。上記の工程で、SiO₂上に約20nmのRuが無電解めっきで得られる。なお、バリア層105の形成は、無電解めっきのみではなく、CVD、スパッタ又は電解めっきを用いても形成することができる。また、バリア層はRuに限られず、TiN等の層間絶縁膜へのCuの拡散防止を達成できる材料であれば、いずれの材料も使用することができる。

シード層成膜ユニット 112 である無電解 Cu めっきは、上記無電解 Ru めっきユニットと同様の装置を用いることができる。図 27 は無電解 Cu めっきユニットの構成例を示す図である。図 27 に示す無電解めっき装置の構造は本発明の第 2 の態様の説明において詳述する。

シード層成膜ユニット 112 において、裏面ヒータ 315 によって半導体基板 W 自体を直接加熱し、例えば 70℃ に維持する。シャワーヘッド 341 から例えば 50℃ に加熱されためっき液を噴出して半導体基板 W の表面の略全体にめっき液を注ぐ。供給するめっき液の量は半導体基板 W の表面に 1 mm 厚となる程度とする。そしてモータ M により半導体基板 W を瞬時回転させて被めっき面に均一な液濡れを行い、その後半導体基板 W を静止した状態で被めっき面にめっき膜を形成する。

シード層の成膜処理が完了した後、めっき回収ノズル 365 の先端を半導体基板 W の表面周縁部の堰部材 331 の内側近傍に下降し、めっき液を吸込む。この時半導体基板 W を例えば 100 rpm 以下の回転速度で回転させれば、半導体基板 W の上面に残った液を遠心力により堰部材 331 の部分に集めることができ、効率良く、且つ高い回収率でめっき液の回収ができる。

そして保持手段 311 を下降させて半導体基板 W を堰部材 331 から離し、半導体基板 W の回転を開始し、洗浄液供給手段 351 のノズル 353 から洗浄液（超純水）を半導体基板 W の被めっき面に噴射して被めっき面を冷却すると同時に希釈化・洗浄することで無電解めっき反応を停止させる。次に、モータ M により半導体基板 W を高速回転してスピン乾燥した後、該半導体基板 W を保持手段 311 から取出す。

上記無電解めっき液としては、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ に錯化剤として EDTA・4Na、還元剤として HCHO を含み、pH 調整用のアルカリ

としてNaOHをpHが12.5になるように含み、さらに α 、 α' ージピリジルを含んでいる。めっき温度は40～80℃程度である。なお、シード層の形成は、無電解めっきのみではなく、CVD、スパッタ又は電解めっきにより形成することも可能である。

ベベル・裏面洗浄ユニット116は、エッジ（ベベル）Cuエッチングと裏面洗浄が同時に行え、また基板表面の回路形成部の銅の自然酸化膜の成長を抑えることが可能である。図21に、ベベル・裏面洗浄ユニット116の概略図を示す。図21に示すように、ベベル・裏面洗浄ユニット116は、有底円筒状の防水カバー220の内部に位置して基板Wをフェイスアップでその周縁部の円周方向に沿った複数箇所ですピンチャック221により水平に保持して高速回転させる基板保持部222と、この基板保持部222で保持された基板Wの表面側のほぼ中央部上方に配置されたセンタノズル224と、基板Wの周縁部の上方に配置されたエッジノズル226とを備えている。センタノズル224及びエッジノズル226はそれぞれ下向きで配置されている。また基板Wの裏面側のほぼ中央部の下方に位置してバックノズル228が上向きで配置されている。前記エッジノズル226は基板Wの直径方向及び高さ方向を移動自在に構成されている。

このエッジノズル226の移動幅Lは、基板の外周端面から中心部方向に任意の位置決めが可能になっていて、基板Wの大きさや使用目的等に合わせて、設定値の入力を行う。通常、2mmから5mmの範囲でエッジカット幅Cを設定し、裏面から表面への液の回り込み量が問題にならない回転数以上であれば、その設定されたカット幅C内の銅膜を除去することができる。

次に、この洗浄装置による洗浄方法について説明する。まず、基板を

スピンチャック 221 を介して基板保持部 222 で水平に保持した状態で、半導体基板 W を基板保持部 222 と一体に水平回転させる。この状態で、センタノズル 224 から基板 W の表面側の中央部に酸溶液を供給する。この酸溶液としては非酸化性の酸であればよく、例えばフッ酸、塩酸、硫酸、クエン酸、修酸等を用いる。一方、エッジノズル 226 から基板 W の周縁部に酸化剤溶液を連続的または間欠的に供給する。この酸化剤溶液としては、オゾン水、過酸化水素水、硝酸水、次亜塩素酸ナトリウム水等のいずれかを用いるか、またはそれらの組み合わせを用いる。

これにより、半導体基板 W の周縁部 C の領域では上面及び端面に成膜された銅膜等は酸化剤溶液で急速に酸化され、同時にセンタノズル 224 から供給されて基板の表面全面に広がる酸溶液によってエッチングされ溶解除去される。このように、基板周縁部で酸溶液と酸化剤溶液を混合させることで、予めそれらの混合水をノズルから供給するのに比べて急峻なエッチングプロファイルを得ることができる。このときそれらの濃度により銅のエッチングレートが決定される。また、基板の表面の回路形成部に銅の自然酸化膜が形成されていた場合、この自然酸化物は基板の回転に伴って基板の表面全面に亘って広がる酸溶液で直ちに除去されて成長することはない。なお、センタノズル 224 からの酸溶液の供給を停止した後、エッジノズル 226 からの酸化剤溶液の供給を停止することで、表面に露出しているシリコンを酸化して、銅の付着を抑制することができる。

一方、バックノズル 228 から基板の裏面中央部に酸化剤溶液とシリコン酸化膜エッチング剤とを同時または交互に供給する。これにより半導体基板 W の裏面側に金属状で付着している銅等を基板のシリコンごと

酸化剤溶液で酸化しシリコン酸化膜エッチング剤でエッチングして除去することができる。なおこの酸化剤溶液としては表面に供給する酸化剤溶液と同じものにする方が薬品の種類を少なくする上で好ましい。またシリコン酸化膜エッチング剤としては、フッ酸を用いることができ、基板の表面側の酸溶液もフッ酸を用いると薬品の種類を少なくすることができる。これにより、酸化剤供給を先に停止すれば疎水面が得られ、エッチング剤溶液を先に停止すれば飽水面（親水面）が得られて、その後のプロセスの要求に応じた裏面に調整することもできる。

このように酸溶液すなわちエッチング液を基板に供給して、基板Wの表面に残留する金属イオンを除去した後、更に純水を供給して、純水置換を行ってエッチング液を除去し、その後、スピン乾燥を行う。このようにして半導体基板表面の周縁部のエッジカット幅C内の銅膜の除去と裏面の銅汚染除去を同時に行って、この処理を例えば80秒以内に完了させることができる。なお、エッジのエッチングカット幅を任意（2mm～5mm）に設定することが可能であるが、エッチングに要する時間はカット幅に依存しない。

めっき後のCMP工程前に、アニール処理を行うことが、この後のCMP処理や配線の電気特性に対して良い効果を示す。アニール無しでCMP処理後に幅の広い配線（数 μ m単位）の表面を観察するとマイクロボイドのような欠陥が多数見られ、配線全体の電気抵抗を増加させたが、アニールを行うことでこの電気抵抗の増加は改善された。アニール無しの場合に、細い配線にはボイドが見られなかったことより、粒成長の度合いが関わっていることが考えられる。つまり、細い配線では粒成長が起きにくい、幅の広い配線では粒成長に伴い、アニール処理に伴うグレイン成長の過程で、めっき膜中のSEM（走査型電子顕微鏡）でも見

えないほどの超微細ポアが集結しつつ上へ移動することで配線上部にマイクロボイド様の凹みが生じたという推測ができる。アニールユニット 114 のアニール条件としては、ガスの雰囲気は水素を添加（2%以下）、温度は 300～400℃程度で 1～5 分間で上記の効果が得られた。

上記構成の基板処理装置の特徴を列記すると、下記のようなになる。

各成膜ユニット内で、前処理・洗浄・乾燥までが行え、次の工程に汚染物質を持ち込まない。

本装置に搭載している各ユニットでは、さまざまな薬液を使用している。また、同一ユニットであっても、プロセスの違いによって、異なる薬液が選択されることもある。異なった薬液が混合すると、薬液の処理効果が変わったり、化合物の結晶が析出して、処理中の基板に影響するばかりでなく、その後に入ってくる次の半導体基板のプロセス処理に影響を及ぼすことも考えられる。また、搬送手段がロボットハンドであった場合においては、ハンドが汚染されるので、基板には搬送のたびに、さまざまな薬液が付着することになる。

そのため、本装置においては、次のユニット、つまり、半導体製造装置の次工程に移る前に、ユニット内で、半導体基板に処理薬液を残さない処理を施してから搬出することで、薬液を別ユニットへ持ち込まないことを特徴としている。例えば、バリア層の成膜工程である無電解めっきユニットから、配線埋め込みのためのめっき工程を実施する電解めっきユニットへ基板を移す際は、無電解めっきユニット内で、洗浄処理、乾燥処理を経ることで、アルカリ性の無電解めっき液を酸性のめっき液を扱う電解めっきユニットへは持ち込まないようにしている。

また、めっき工程から CMP 工程へ移る際は、CMP へ酸性のめっき

液を持ち込まないように電解めっきユニット内で、めっき処理のほか、洗浄処理、乾燥処理の実施を行っている。

また、配線埋め込みのためのめっき工程を実施するめっき膜成膜ユニット 1 1 3 にあっては、界面活性剤や、プレコート等の処理が可能であることが特徴である。このことにより、めっき膜成膜ユニット 1 1 3 内（単一のユニット内）で、電解めっき直前に前処理が行えるため、微細孔への液入れが改善される。また、めっき膜成膜ユニット 1 1 3 内（単一のユニット内）に洗浄機構やスピンドライ機構を有しているため、セル間移動のときの半導体基板 W を液きりあるいは乾燥といった所望の湿潤状態にできる。とくに、この洗浄機構とスピンドライ機構は、半導体基板の洗浄と乾燥のみならず、シール剤やカソード接点も同様に洗浄、乾燥が行えるため、これらの消耗部材の交換頻度が著しく少なくなり、装置全体の連続稼働時間が増す効果がある。

フレキシブルなユニットの搭載、プロセスの構築が短期間で可能である。図 2 2 A 乃至図 2 2 D、図 2 3 A および図 2 3 B、図 2 4 A および図 2 4 B は基板処理装置における各搭載ユニットを相互に入れ替え自在にした構成例を示す図である。図 2 2 A および図 2 2 B は本基板処理装置を構成する各ユニットを搭載する台板の平面図、図 2 2 C は正面図、図 2 2 D は図 2 2 B の A - A 断面図である。図 2 3 A は本基板処理装置の各ユニット正面図、図 2 3 B は図 2 3 A の B - B 断面図である。図 2 4 A は本基板処理装置の各ユニットを台板に搭載した状態を示す正面図、図 2 4 B は図 2 4 A の C - C 断面図である。

図示するように、本基板処理装置の各ユニット 3 0 1 を搭載する台板 3 0 0 の上面には各ユニット 3 0 1 の間口寸法 D より狭い間隔で、2 本のレール（例えば、S U S 材からなる）3 0 2，3 0 2 が平行に台板 3

00に埋め込み配置（台板300の上面とレール302，302の上面が略同一高さ）されており、その中間に1本のガイド棒（例えばナイロン樹脂材からなる）303が台板300上面より突出して配置されている。また、各ユニット301の底は2重底のようになっていて、上底部305には4個のローラ304がねじ308で取付けられていると共に、下底部306にはガイド棒303に係合する溝307が設けられている。各ローラ304はねじ308でその高さが調整できるようになっている。

ねじ308を調整し、各ローラ304の底部が下底部306から若干（例えば1mm程度）突出する状態に調整する。この状態でユニット301の下底部306の溝307にガイド棒303に係合するようにユニット301を挿入すると、ユニット301はガイド棒に案内されて所定の位置に収まる。この状態では図24Aに示すように下底部306と台板300の上面の間にはローラ304の突出分に相当する間隙dがある。各ユニット301が所定の位置に収まった状態で各ねじ308を緩め、各ローラ304を引っ込めることにより、ユニット301の下底部306は台板300上面に当接する（図示は省略）。この状態で図示しない固定ビスで、各ユニット301を台板300に固定する。

各ユニットは搬送ロボット131～134（図16参照）の方向に各々の搬入、搬出口が向かうように搭載されている。その時のユニット300の、ロボット面側の幅、即ち、間口寸法Dは同一サイズとなっている。搭載時は、上記のように本装置の台板300のユニット搭載面にレール302，302に沿って挿入することにより、容易に搭載することができる。また、搭載されたユニット301を装置本体から取り外す際は逆方向へ引くようにすれば良い。

半導体製造の分野においては、技術の革新は日進月歩であるが、上記

のように装置を構成する各ユニット301を容易に交換できる構造にすることによって、装置全体を入れ替えることなく、一部のユニット301を新たなユニットと容易に交換することができる。これにより、装置全体の機能の更新が短期間、低コストで対応できる。また、このようなユニット301の交換を前提に、制御系も容易に対応できるような設計になっている。本装置においては、搭載されたユニット301に対して、プロセス処理を実施するか、または実施しないか（ユニットのスキップ機能）および半導体基板Wの処理経路（ユニットの使用順序）を自在に設定することが可能である。よって、ユニットが交換されたときのみならず、異なったプロセスで処理したい場合において装置機能が柔軟に対応可能となる。特に、近年の多品種、少量生産に対応して小規模ラインを多種類もつことが重要となってきたため、必要なユニットを容易に自在に組合せることができる上記構造は特に有用である。

図25は、本発明に係る基板処理装置の他の実施形態例の平面配置構成を示す図である。本基板処理装置はデジタル情報家電機器に要求されるシステムLSIの製造のように小規模で多品種、少量生産に適用できる基板処理装置である。本基板処理装置は、第1ロボット406及び第2ロボット407を囲むように、第1めっき膜成膜ユニット401、第2めっき膜成膜ユニット402、ベベル・裏面洗浄ユニット403、アニールユニット404、アライナ兼膜厚測定ユニット405、ロード／アンロード部408が配置された構成である。ロード／アンロード部408には2台のインデクサ409、409が配置され、夫々にカセット410が載置可能になっている。なお、図25において、符号411は薬液供給ユニット、412は電装ユニット、413はタッチパネル、414は給気又は排気用のダクトである。

上記インデクサ409は載置されたカセット410を上昇、下降させることができ、第1ロボット406が取出す基板に合わせて、高さ方向の位置決めを行う機構であり、第1ロボット406は同一の高さ位置にアクセスする。本基板処理装置では、別装置でバリア層、シード層が形成された基板を第1ロボット406がインデクサ409上のカセット410から取り出し、アライナ兼膜厚測定ユニット405へ搬送する。該アライナ兼膜厚測定ユニット405でノッチのアライメント及び成膜前の膜厚測定を実施後、第2ロボット407が該アライナ兼膜厚測定ユニット405から基板を取り出し、第1めっき膜成膜ユニット401又は第2めっき膜成膜ユニット402へ搬送し、ここで銅めっきが施される。

銅めっきの完了した基板は、第2ロボット407がアライナ兼膜厚測定ユニット405へ搬送し、該アライナ兼膜厚測定ユニット405でめっき後の基板の膜厚測定を行う。第1ロボット406がアライナ兼膜厚測定ユニット405の基板を取り出し、ベベル・裏面洗浄ユニット403へ搬送する。該ベベル・裏面洗浄ユニット403で基板を洗浄した後、アニールユニット404へ搬送する。アニールユニット404で基板をアニールした後、第1ロボット406は洗浄後の基板をインデクサ409上のカセット410に戻す。

第1めっき膜成膜ユニット401と第2めっき膜成膜ユニット402を同じプロセスに設定し、複数の基板のめっき処理を並行して実施するようにしてもよい。また、第1めっき膜成膜ユニット401と第2めっき膜成膜ユニット402に異なったプロセスを使いわけて、あるプロセスの時は片方を休止しておいて、もう一方のみを使用してもよい。また、アニールユニット404、ベベル・裏面洗浄ユニット403を異なったプロセスを行うためのめっき膜成膜ユニットに変更することもできる。

本基板処理装置において、第1めっき膜成膜ユニット401及び第2めっき膜成膜ユニット402の第2ロボット407に面している側401a, 402aの幅、即ち間口寸法Dは、アニールユニット404やベベル・裏面洗浄ユニット403、アライナ兼膜厚測定ユニット405、図16の洗浄ユニット115, 118、シード層成膜ユニット112、バリア層成膜ユニット111、蓋めっきユニット117、アライナ兼膜厚測定ユニット141, 142、膜圧測定ユニット146、基板反転機143, 144、仮置き台145等の間口寸法と同一サイズにしているため（図面上は間口寸法は同一サイズには図示されていない部分もあるが）、新しいプロセスを導入する場合にも容易にこれらのユニットを他のユニットに交換することが可能なため、短時間かつ低コストで装置の更新が可能である。また、アライナ兼膜厚測定ユニット405も他のユニットの間口寸法と同一サイズにしているため、入れ替え自在である。

上記基板処理装置のレイアウトを主にして複数の基板処理装置を工場内に設置し、各々に搭載するユニットの構成を変化させることによって、異なる配線プロセスで用いることも可能である。一時的に多くの生産を要求される場合は、急遽同一のユニットで構成した基板処理装置へ改造して、対応することも可能である。

上述した実施形態の説明においては、Cuめっき膜106を電解めっきにより形成する例を説明したが、Cuめっき膜106を無電解めっきにより形成することもできる。

以上、説明したように本発明に第1の態様によれば、以下に列举するような優れた効果が得られる。

(1) 表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成され、その上にバリア層、給電シード層が形成された半導体基板に、金属めっきを施し、

該バリア層、給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄および乾燥して回路配線を形成する処理が1つの装置で連続してできるから、それぞれの処理工程を別々の装置で行なう場合に比較し、全体がコンパクトになり、広い設置スペースを必要とせず、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、且つ短い処理時間で回路配線を形成できる。

(2) 表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成され、その上にバリア層が形成された半導体基板に、給電シード層及び金属めっき膜を施し、該給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄乾燥して回路配線を形成する処理が1つの装置で連続してできるから、それぞれの処理工程を別々の装置で行なう場合に比較し、全体がコンパクトになり、広い設置スペースを必要とせず、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、且つ短い処理時間で回路配線を形成できる。

(3) 表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成された半導体基板に、バリア層、給電シード層及び金属めっき膜を施し、該バリア層、給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄および乾燥して回路配線を形成する処理が1つの装置で連続してできるから、それぞれの処理工程を別々の装置で行なう場合に比較し、全体がコンパクトになり、広い設置スペースを必要とせず、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、且つ短い処理時間で回路配線を形成できる。

(4) 膜厚測定部及び残膜測定部で測定した膜厚、残膜や、各層のイニシャルの膜厚の測定結果を記録することにより、次工程の処理時間を制御したり各処理工程の良否状態や、回路配線形成処理の終了した半導体基板の良否等を判断するデータとして利用することができる。

(5) 基板処理プロセスの変更に容易に対応でき、基板処理装置全体の

機能の更新が短時間に低コストで対応できる基板処理装置を提供できる。

(6) 基板保持部で半導体基板を上向きに保持した状態で、被めっき面と電極アーム部のアノードとの間にめっき液を満たしてめっき処理を行い、めっき処理後に、被めっき面と電極アーム部のアノードとの間のめっき液を抜くと共に、電極アーム部を上昇させて被めっき面を解放させることで、基板保持部で半導体基板を保持したまま、めっき処理の前後にめっきに付帯した前処理や洗浄・乾燥処理といった他の処理を行なうことができる。

(7) めっきユニットでプレコート処理、めっき処理、水洗処理ができるので時間効率がよい。

(8) 各ユニットの入れ替えが自在に構成されているので、基板処理プロセスの変更に自在、容易に対応でき、基板処理装置全体の機能の更新が短時間に低コストで対応できる。

(9) 表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成され、その上にバリア層、給電シード層が形成された半導体基板に、金属めっきを施し、該バリア層、給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄および乾燥して回路配線を形成する処理が1つの装置で連続してできるから、それぞれの処理工程を別々の装置で行なう場合に比較し、全体がコンパクトになり、広い設置スペースを必要とせず、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、且つ短い処理時間で回路配線を形成できる。

(10) 表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成され、その上にバリア層が形成された半導体基板に、給電シード層及び金属めっき膜を施し、該給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄乾燥して回路配線を形成する処理が連続してできるから、短い処理時間で回路配線

を形成できる。

(11) 表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成された半導体基板に、バリア層、給電シード層及び金属めっき膜を施し、該給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄乾燥して回路配線を形成する処理が連続してできるから、短い処理時間で回路配線を形成できる。

次に、本発明の第2の態様を図26A、26B、26C乃至図29に基づいて詳細に説明する。この実施形態にかかる無電解めっき装置は、例えば半導体基板Wの表面に無電解銅めっきを施して、銅層からなるシード層や配線を形成するのに使用される。このめっき工程の一例を図26A乃至図26Cを参照して説明する。

半導体基板Wには、図26Aに示すように、半導体素子が形成された基板1の導電層1aの上にSiO₂からなる絶縁膜2が堆積され、リソグラフィ・エッチング技術によりコンタクトホール3と配線用の溝4が形成され、その上にTiN等からなるバリア層5、更にその上に無電解銅めっきによってシード層7が形成される。なおシード層7はスパッタなどによって予め形成しておき、このシード層7の上にこれを補強するために補強シード層を無電解銅めっきによって形成する場合もある。そして図26Bに示すように半導体基板W表面に銅めっきを施すことで半導体基板Wのコンタクトホール3及び溝4内に銅を充填させると共に、絶縁膜2上に銅層6を堆積させる。その後化学的機械的研磨(CMP)により絶縁膜2上の銅層6を除去して、図26Cに示すようにコンタクトホール3および配線用の溝4に充填した銅層6の表面と絶縁膜2の表面とを略同一平面にし、露出する金属表面の上に配線保護膜8を形成する。前記補強シード層は、上述したように、無電解めっきにより成膜することもできるが、電解めっきにより成膜することもできる。電解めっ

きにより成膜する場合には、本発明に記載の金属めっき膜成膜ユニットにより成膜することもできるが、基板の被めっき面を下方に向けて保持し、電解めっきを行なう、いわゆるカッパ式の電解めっきユニットにより成膜することもできる。

図27は本発明の無電解めっき装置の概略構成図である。図27に示すように、この無電解めっき装置は、被めっき部材である半導体基板Wをその上面に保持する保持手段311と、保持手段311に保持された半導体基板Wの被めっき面（上面）の周縁部に当接して該周縁部をシールする堰部材（めっき液保持機構）331と、堰部材331でその周縁部をシールされた半導体基板Wの被めっき面にめっき液（無電解めっき処理液）を供給するシヤワーヘッド（無電解めっき処理液（分液）供給手段）341を備えている。無電解めっき装置は、さらに保持手段311の上部外周近傍に設置されて半導体基板Wの被めっき面に洗浄液を供給する洗浄液供給手段351と、排出された洗浄液等（めっき廃液）を回収する回収容器361と、半導体基板W上に保持しためっき液を吸引して回収するめっき液回収ノズル365と、前記保持手段311を回転駆動するモータ（回転駆動手段）Mとを備えている。以下、各部材について説明する。

保持手段311はその上面に半導体基板Wを載置して保持する基板載置部313を設けている。この基板載置部313は半導体基板Wを載置して固定するように構成されており、具体的には半導体基板Wをその裏面側に真空吸着する図示しない真空吸着機構を設置している。一方、基板載置部313の裏面側には、面状であって半導体基板Wの被めっき面を下面側から暖めて保温する裏面ヒータ（加熱手段）315が設置されている。この裏面ヒータ315は例えばラバーヒータによって構成され

ている。この保持手段311はモータMによって回転駆動されると共に、図示しない昇降手段によって上下動できるように構成されている。

堰部材331は筒状であってその下部に半導体基板Wの外周縁をシールするシール部333を設け、図示の位置から上下動しないように設置されている。

シャワーヘッド341は、先端に多数のノズルを設けることで、供給されためっき液をシャワー状に分散して半導体基板Wの被めっき面に略均一に供給する構造のものである。また洗浄液供給手段351は、ノズル353から洗浄液を噴出する構造である。

めっき液回収ノズル365は上下動且つ旋回できるように構成されていて、その先端が半導体基板Wの上面周縁部の堰部材331の内側に下りて、その先端が半導体基板Wのめっき液を吸引するように構成されている。

次にこの無電解めっき装置の動作を説明する。まず図示の状態よりも保持手段311を下降して堰部材331との間に所定寸法の隙間を設け、基板載置部313に半導体基板Wを載置・固定する。半導体基板Wとしては例えばφ8インチウエハを用いる。

次に、保持手段311を上昇して図示のようにその上面を堰部材331の下面に当接し、同時に半導体基板Wの外周を堰部材331のシール部333によってシールする。このとき半導体基板Wの表面は開放された状態となっている。

次に裏面ヒータ315によって半導体基板W自体を直接加熱して、例えば半導体基板Wの温度を70℃にし（めっき終了まで維持する）、次にシャワーヘッド341から例えば50℃に加熱されためっき液を噴出して半導体基板Wの表面の略全体にめっき液を降り注ぐ。半導体基板Wの表面は堰部材331によって囲まれているので、注入しためっき液は

全て半導体基板Wの表面に保持される。供給するめっき液の量は半導体基板Wの表面に1mm厚(約30ml)となる程度の少量で良い。なお、被めっき面上に保持するめっき液の深さは10mm以下であれば良く、この実施形態のように1mmでも良い。本実施形態のように供給するめっき液が少量で済めばこれを加熱する加熱装置も小型のもので良くなる。

そしてこの実施形態においては、半導体基板Wの温度を70℃に、めっき液の温度を50℃に加熱しているので、半導体基板Wの被めっき面は例えば60℃になり、この実施形態におけるめっき反応に最適な温度にできる。このように半導体基板W自体を加熱するように構成すれば、加熱するのに大きな消費電力の必要なめっき液の温度をそれほど高く昇温しなくても良いので、消費電力の低減化やめっき液の材質変化の防止が図れ、好適である。なお半導体基板W自体の加熱のための消費電力は小さくて良く、また半導体基板W上に溜めるめっき液の量は少ないので、裏面ヒータ315による半導体基板Wの保温は容易に行え、裏面ヒータ315の容量は小さくて良く装置のコンパクト化を図ることができる。また半導体基板W自体を直接冷却する手段をも用いれば、めっき中に加熱・冷却を切替えてめっき条件を変化させることも可能である。半導体基板上に保持されているめっき液は少量なので、感度良く温度制御が行える。

そして、モータMによって半導体基板Wを瞬時回転させて被めっき面の均一な液濡れを行い、その後半導体基板Wを静止した状態で被めっきのめっきを行う。具体的には、半導体基板Wを1secだけ100rpm以下で回転して半導体基板Wの被めっき面上をめっき液で均一に濡らし、その後静止させて1min間無電解めっきを行わせる。なお瞬時回転時間は長くても10sec以下とする。

上記めっき処理が完了した後、めっき液回収ノズル365の先端を半

導体基板Wの表面周縁部の堰部材331内側近傍に下降し、めっき液を吸い込む。このとき半導体ウエハWを例えば100rpm以下の回転速度で回転させれば、半導体基板Wに残っためっき液を遠心力で半導体

基板Wの周縁部の堰部材331の部分に集めることができ、効率良く、且つ高い回収率でめっき液の回収ができる。そして保持手段311を下

降させて半導体基板Wを堰部材331から離し、半導体基板Wの回転を開始して洗浄液供給手段351のノズル353から洗浄液(超純水)を半導体基板Wの被めっき面に噴射して被めっき面を冷却すると同時に希

釈化・洗浄することで無電解めっき反応を停止させる。このときノズル353から噴射される洗浄液を堰部材331にも当てることで堰部材331の洗浄を同時に行っても良い。このときのめっき廃液は、回収容器

361に回収され、廃棄される。

なお、一度使用しためっき液は再利用せず、使い捨てとする。前述のようにこの装置において使用されるめっき液の量は従来に比べて非常に少なくできるので、再利用しなくても廃棄するめっき液の量は少ない。

なお場合によってはめっき液回収ノズル365を設置しないで、使用後のめっき液も洗浄液と共にめっき廃液として回収容器361に回収しても良い。

そしてモータMによって半導体基板Wを高速回転してスピン乾燥した後、保持手段311から取り出す。

図28は本発明の他の実施形態を用いて構成される無電解めっき装置の概略構成図である。図28において前記実施形態と相違する点は、保持手段311内に裏面ヒータ315を設ける代わりに、保持手段311の上方にヒータ(加熱手段)317を設置し、このヒータ

パリア層とCu (50 nm) のシート層 (ベタ膜) を形成したもの。

φ8インチ半導体基板であってシリコンの上にTan (30 nm) の

〔無電解Cuめっき試料〕

下に実験の条件と結果を示す。

解めっき装置とを用いて実際にめっきを行ってその結果を比較した。以

次に前記図27に示す無電解めっき装置と、図41に示す従来の無電

解を行っても良い。

半導体基板Wを直接、または間接的に冷却する手段をも設けて、温度制

ータ317によって行うようにしても良い。また前述の実施例と同様に、

15によって加熱し、めっき液と周囲の空気の保溫は主としてラジエ

裏面ヒータ315とを併用して、半導体基板Wは主として裏面ヒータ3

わりに比較的小さい消費電力のラジエータ317と前記図27に示す

比較的大きい消費電力のラジエータ317が必要になるので、その代

なおラジエータ317によって半導体基板Wを直接加熱するには、

気をも加熱するので半導体基板Wの保溫効果もある。

ラジエータ317の場合、半導体基板Wとめっき液の他に、その周囲の空

タ317によって半導体基板Wの加熱・保溫も直接均一に行える。ラジ

エータ317の被めっき面上にシヤワ一状に略均等に供給でき、またラジエー

タ317の被めっき面上にシヤワ一状に略均等に供給でき、またラジエー

タ317の被めっき面上にシヤワ一状に略均等に供給でき、またラジエー

タ317の被めっき面上にシヤワ一状に略均等に供給でき、またラジエー

タ317の被めっき面上にシヤワ一状に略均等に供給でき、またラジエー

タ317の被めっき面上にシヤワ一状に略均等に供給でき、またラジエー

タ317の被めっき面上にシヤワ一状に略均等に供給でき、またラジエー

タ317の被めっき面上にシヤワ一状に略均等に供給でき、またラジエー

タ317の被めっき面上にシヤワ一状に略均等に供給でき、またラジエー

〔めっき仕様〕

(1) 本願発明によるめっき方法

工程：裏面に一タ 315 (70℃) によって加熱した保持手段 311 に前記半導体基板 W をセットし、堰部材 331 を半導体基板 W にセットした後、半導体基板 W を静置した状態でめっき液 (50℃) をシャワーヘッド 341 から 30 ml だけ 5 sec 間供給する。次に 100 rpm で 1 sec だけ半導体基板 W を回転し、めっき液を均一に半導体基板 W 面上に濡らし、静止状態で 1 min 間保持する。その後めっき液回収ノズル 365 によってめっき液を回収してから堰部材 331 を半導体基板 W 表面から離し、半導体基板 W を回転 (800 rpm) しながら、洗浄液 (超純水) を半導体基板 W 面上に 30 sec 間供給して水洗いしめっき反応を停止させる。洗浄液の供給を停止して半導体基板 W をスピン乾燥 (1000 rpm、30 sec) して取り出す。

(2) 従来例によるめっき方法

工程：保持手段 81 に半導体基板 W をセットし、半導体基板 W を 40 rpm で回転させながら 70℃ のめっき液を半導体基板 W 中央に 1 min (600 ml/min) の間、滴下し続ける。めっき液の滴下終了後、半導体基板 W の回転を継続しながら洗浄液 (超純水) を半導体基板 W 面上に 30 sec 間供給することて水洗いしめっき反応を停止させる。そして保持手段 81 から半導体基板 W を取り出して別途乾燥機にて乾燥する。

図 29 A 及び図 29 B は以上各方法によって無電解メッキした半導体基板 W の X 軸上の膜厚を測定した結果を示す図である。図 29 A は本めっき方法の無電解 C_u 膜厚面内分布を示す図であり、図 29 B は従来のめっき方法の無電解 C_u 膜厚面内分布を示す図である。図 29 A および

図 29B において、横軸はウエハ（基板）の箇所を表し、縦軸はめっき膜厚を表している。図 29A 及び図 29B に示すように、本願発明によるめっき方法は半導体基板 W の全体にわたってその膜厚が均一になっているのに対して、従来例によるめっき方法では半導体基板 W 中央の膜厚が極端に薄くなっており、本願発明によるめっき方法の方がめっき膜厚の面内均一性が各段に向上することが確認できた。

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲、及び明細書と図面に記載された技術的思想の範囲内において種々の変形が可能である。例えば、本発明にかかる無電解めっき装置は、シード層や配線用の銅層形成に限られず、配線保護膜形成などにも用いることができる。

さらに本発明にかかる無電解めっき装置は、無電解めっきの前処理工程や触媒処理工程にも用いることができる。即ち、例えば上記実施形態ではシャワーヘッド 341 から無電解めっき液を半導体基板 W の被めっき面に供給して無電解めっきを行わせたが、無電解めっき液の供給工程の前にシャワーヘッド 341 から無電解めっきの前処理工程や触媒処理工程に用いる他の無電解めっき処理液を供給することで、これらの処理工程も無電解めっき工程と共にこの無電解めっき装置で行うことができる。

上記実施形態では、被めっき面上にめっき液を保持して静止させた状態であつたが、めっきムラが生じない程度にゆっくりと回転させても良い。

また、被めっき面にめっき液を分散して供給可能であればシャワーヘッドに限ることはなく、例えば揺動動作又は並進動作を行いながらめっき液を供給するノズルを設けても良い。

上記実施形態では、めっき後の洗浄工程において保持手段 311 を堰

部材 331 から引き離した状態で洗浄液を供給して洗浄を行ったが、保持手段 311 を堰部材 331 から引き離さない状態のまま洗浄液を供給し、洗浄液を堰部材 331 の上部の淵からオーバーフローさせることでその洗浄を行っても良い。洗浄液の供給によって内部に残っためっき液が希釈化されると同時に液温が低下し、これによって無電解めっきの反応は停止する。なお保持手段 311 を下降させる代わりに堰部材 331 を引き上げることによって両者を引き離しても良い。

上記裏面ヒータ 315 によって半導体基板 W を加熱する際（特に加熱開始からめっき液を接液するまでの間）、半導体基板 W の被めっき面に酸化防止を目的に不活性ガス、例えばアルゴン（Ar）ガスを吹き付けることが好ましい。半導体基板 W 表面に例えばスパッタ等によるシフト層が露出している場合は、これが加熱されるとその表面が酸化する恐れがあるので、これを防止してより膜厚の均質なめっき層を前記シフト層上に形成しようとするような場合に用いられれば特に効果的である。

上記実施形態では、半導体基板 W の加熱手段として裏面ヒータ 315 やランプヒータ 317 を用いたが、基板近傍のさらに他の位置にヒータを設置してもよい。またヒータを用いる代りに、又はヒータを用いると共に、無電解めっきを行なう雰囲気（温度）を無電解めっき処理温度（反応面である被めっき面のめっきに好適な温度）とほぼ同等にすることで、放熱を防止して処理温度を一定に保つことができる。この場合は基板の周囲に加熱した気体を供給するなどすればよい。

上記実施形態では、基板の被めっき面上に供給した無電解めっき処理液を接液させる工程として、基板を瞬時回転する工程を用いたが、その他にも、要は基板を動かすことや、供給した無電解めっき処理液を動か

すことによつて無電解めっき処理液を被めっき面全体に接液させる工程であればよい。即ち、基板を動かす工程としては、例えば無電解めっき処理液が供給された基板を振動させることや、揺動させる（揺り動かす）こと等であり、供給した無電解めっき処理液を動かす工程としては、供給した無電解めっき処理液を掻き均し部材を用いて掻き均すことや、液面に送風すること等である。

以上詳細に説明したように、本発明の第２の態様によれば、以下のような優れた効果を有する。

(１) 被めっき面上に無電解めっき処理液を所定時間溜めて保持することで被めっき面を処理するように構成したので、少量の無電解めっき処理液で被めっき面の処理が行え、コスト低減が図れる。また無電解めっき処理液供給用のポンプとして小型のものが使用でき、無電解めっき装置のコンパクト化が図れ、これを収納するクリーンルームコストの低減化も図れる。また使用する無電解めっき処理液が少量なので無電解めっき処理液の昇温・保温が容易で即座に行え、１つ大量の無電解めっき処理液を常時昇温させておく必要がないので無電解めっき処理液の劣化が促進されることもない。

(２) 使用する無電解めっき処理液の量が少なくて良いので、そのまま廃棄してもコスト増加にはならず、常に新規な無電解めっき処理液を使用できて処理液組成を一定にでき、循環使用する場合に生じる副生成物などが系内に堆積せず安定なめっき等の処理が容易に行え、めっき液の液分析装置や液調整装置が不要になり、装置コストの低減化及びクリーンルームコストの低減化が図れる。また無電解めっき処理液を大量に循環使用しないので、各装置構成部材からパーティクルが発生しにくく、濾過装置が不要になる。

(3) 無電解めっき処理液を被めっき面上に保持して処理を行うので、

無電解めっき処理液を被めっき面上に滴下しながら処理を行う場合に比べて被めっき面の各部の処理条件を同一にでき、形成されるめっき膜厚の面内均一化を図れる。特に基板を静止させた状態で処理を行えば、基板を回転しながら処理を行う場合に比べて基板の周速による放熱が生じず、温度降下せずに反応温度の均一化を図れ、安定なプロセスが得られる。

(4) 基板の温度を無電解めっき処理液の温度よりも高く加熱した状態で基板の被めっき面に無電解めっき処理液を触れさせるように構成したので、加熱するのに大きな消費電力の必要なめっき液の温度をそれほど昇温しなくても良くなり、消費電力の低減化やめっき液の組成変化の防止を図れる。

(5) 無電解めっき処理液供給手段を、被めっき面の上部に設置されて分散して無電解めっき処理液を供給するように構成した場合は、基板の被めっき面全体に略均一に無電解めっき処理液を同時に供給でき、無電解めっき処理液の温度制御が安定して行える。

(6) 基板を保持する保持手段と、被めっき面の周囲をシールするめっき液保持機構と、めっき液保持機構でシールされた基板の被めっき面に無電解めっき処理液を供給して溜める無電解めっき処理液供給手段とを具備して無電解めっき装置を構成したので、無電解めっき処理液として、前処理液、触媒処理液、無電解めっき液などを取り替えて使用することができ、したがって一連の無電解めっき工程を単一セルで実施可能となり、装置のコンパクト化を図れる。

次に、本発明の第3の態様を図30乃至図39を参照して説明する。

本発明の第3の態様は、基板めっき装置や基板研磨装置などの各種基板

処理装置に関し、特に処理される基板の膜厚等の基板表面状態を検出するのに好適な基板処理装置に関するものである。本発明は基板の搬送・処理を行う全ての基板処理装置について適用可能であるが、ここでは特に半導体基板の配線形成に用いられる銅めっき装置とCMP装置に膜厚測定用として適用した場合について説明する。

図30は本発明を適用するめっき装置の一例を示す平面図である。このめっき装置は、内部に複数の基板を収納する二基のウエハセット510、510と、ウエハセット510、510から基板を取り出して搬送を行う搬送ロボット514と、基板のめっきから洗浄、乾燥という一連のめっき処理工程を一台で行う二基のめっきモジュール（基板処理モジュール）512、512とを具備して構成されている。なお、符号518はめっき液タンク516を有する液供給設備である。

前記めっきモジュール512の構成は図9に示す構成と同一であるため、図9を参照してモジュール512の説明をする。このめっきモジュール512はめっき、洗浄、乾燥の一連の処理を行なうことができる。

即ち基板Wは基板保持部2-9により被処理面を上にしてA、B、Cの三つの位置に保持される。そして位置Aにおいて基板Wが搬入載置された後、位置Bにおいて基板Wの外周近傍にカソード電極2-17を接続した上で被処理面上にめっき液を供給し、その上部から図示しないアノード電極をめっき液に接触させ、電圧をかけて電解めっきを行う。めっき終了後は基板W上のめっき液を図示しないノズルで吸引し、代わりに位置Cにおいて洗浄水を供給し、基板保持部2-9を回転させることにより洗浄水を基板W全体に行き渡らせて洗浄を行う。洗浄後は洗浄水の供給を停止し、基板Wの回転速度を増加させることにより洗浄水を振り切ってスピン乾燥させる。必要に応じてめっき前に例えば界面活性剤を

塗布するフレクト処理を行ったり、洗浄液の種類を変えて多段で洗浄を行うようにすることもできる。なお本発明は上記構造のめっきモジュール512に限定されない。即ち、例えばめっき槽は他のカップ式や密閉型のものであっても良く、その場合には洗浄槽や乾燥器を別に設ければ良い。

一方、図30に示すように搬送ロボット514にはアーム542の先端にロボットハンド540が設置されている。

次に、このめっき装置全体の動作を説明すると、まずロボットハンド540が何れかのウエハセット510から処理前の基板Wを取り出し、前述のようにめっきモジュール512が--連のめっき処理を行い、これを乾燥する。乾燥された基板Wは再びロボットハンド540によって何れかのウエハセット510に戻される。

そして、搬送ロボット514の周辺を処理前の基板Wと処理後の基板Wが通過するので、両者の基板Wの膜厚を測定するために、以下の実施例においては、膜厚センサSをこの搬送ロボット514自体又はその周辺又はめっきモジュール512内部のように、処理前の基板Wと処理後の基板Wが通過する位置に設置することとした。膜厚センサSの設置場所と設置状態の実施例は、以下にまとめて説明するので、ここではその詳細な説明を省略する。

即ち、膜厚センサSをこれらの位置に設置すれば、処理前と処理後の基板Wの膜厚（基板W上に形成された多層の金属膜厚全体の膜厚）が一連の処理動作の途中に無駄な動作をすることなく測定できる。具体的に、例えば、一度目に基板Wが膜厚センサSを通過するときには、めっき前の表面にシート層の付いた状態の基板Wの膜厚を測定し、二度目に

基板Wが膜厚センサSを通過するときには、シート層の上に金属膜がめつきされた状態で基板Wの膜厚を測定する。そして両者の差分を取れば、めつきした金属膜厚が測定できる。なおシート層の膜厚は、略数10nm~100数+nmの範囲であり、めつきされた金属膜厚は数μm程度の場合が一般的である。

なお、膜厚センサSから入った信号は、演算処理装置に送られ、差分を取ったり、移動平均を取る等の演算処理がなされ、膜厚の測定がなされる。演算処理装置及び方法は、膜厚センサSの配置と検知方法等に好適なものを任意に選択できる。

図31は本発明を適用するCMP装置の一例を示す平面図である。このCMP装置は、ローフ・アプローフを行うウエハカセット531、531と、基板を洗浄する洗浄機533、533、535、535と、2台の搬送ロボット514a、514bと、反転機539、539と、ボリッシングユニット(基板処理モジュール)541、541とを具備して構成されている。

基板Wの流れは種々あるが、例えば以下の通りである。まず搬送ロボット514aが何れかのローフ用のウエハカセット531から処理前の基板Wを取り出し、何れかの反転機539に受け渡す。搬送ロボット514aは図示の位置から移動することなく回転するだけであり、ウエハカセット531から反転機539に基板Wを搬送可能な位置に設置されている。基板Wは反転機539によりその被処理面が上向きから下向きにされた後、もう一方の搬送ロボット514bに受け渡され、搬送ロボット514bは基板Wを何れかのボリッシングユニット541に受け渡し、所定の研磨がなされる。研磨後の基板Wは、搬送ロボット514bにより何れかの洗浄機535に搬送されて、一次洗浄が行われる。一次

洗浄後の基板Wは、搬送ロボット514bにより何れかの反転機539に搬送され、被処理面が上向きに反転された後、搬送ロボット514aにより何れかの二次洗浄機53に搬送され、二次洗浄が終了した後、再び搬送ロボット514aによりアソロッド用のウエハカセット531に収納される。

したがって、このCMP装置の場合は、搬送ロボット514a、514bや反転機539、539付近を処理前の基板Wと処理後の基板Wが通過するので、両者の基板Wの膜厚を測定するために、以下の実施例においては膜厚センサSをこの搬送ロボット514a、514b自体又はその周辺などのように処理前の基板Wと処理後の基板Wが通過する位置に設置することとした。

即ち、膜厚センサSをこれらの位置に設置すれば、処理前と処理後の基板Wの膜厚が一連の処理動作の途中に無駄な動作をすることなく測定できる。具体的には、例えば、一度目に研磨前の基板Wの膜厚を測定し、二度目に研磨後の基板Wの膜厚を測定することで、両者の差分を取れば、研磨の量が測定できる。また光学的センサを用いれば、差分を取ることなく直接的に金属膜又は絶縁膜の膜厚を測定することもできる。

なお、CMP装置の中には、前記搬送ロボット514a、514bが図31に示す矢印A方向に移動可能なものもあるが、何れの場合でも本発明は適用可能である。

図32は本発明を適用するめっき及びCMP装置を示す図である。このめっき及びCMP装置において前記図31に示すCMP装置と相違する点は、一方の洗浄機533に代えて図9に示すめっきモジュール512を収納し、他方の洗浄機533に代えてスピン乾燥機534を設置した点である。

そして基板Wの流れは、例えば以下の通りである。まず搬送ロボット

514aが何れかのロード用のウエハカセット531から処理前の基板Wを取り出し、めっきモジュール512でめっき処理を施した後、搬送ロボット514aが基板Wを何れかの反転機539に受け渡しその被処理面を下向きにした後、もう一方の搬送ロボット514bに受け渡される。搬送ロボット514bは基板Wを何れかのポリッシングユニット541に受け渡し、所定の研磨がなされる。研磨後の基板Wは搬送ロボット514bによって取り出され、何れかの洗浄機535で洗浄された後、他方のポリッシングユニット541に受け渡されて再度研磨された後、搬送ロボット514bにより他方の洗浄機535に搬送されて洗浄が行われる。洗浄後の基板Wは、搬送ロボット514bにより他方の反転機539に搬送されて被処理面が上向きに反転された後、搬送ロボット514aによりスピン乾燥機534に搬送されてスピン乾燥され、その後再び搬送ロボット514aによりアソロープ用のウエハカセット531に収納される。

したがってこのめっき及びCMP装置の場合も、搬送ロボット514a, 514b自体やその周辺やめっきモジュール512内部などのように、処理前の基板Wと処理後の基板Wが通過する位置に膜厚センサSを設置することとした。

次に前記めっき装置やCMP装置に設置する膜厚測定用のセンサSの具体的実施例を説明する。

図33は前記図30に示す搬送ロボット14や図31及び図32に示す搬送ロボット514a, 514bを示す斜視図である。また図34A及び図34Bは前記搬送ロボット514(514a, 514b)に取り付けられるロボットハンド540を示す図であり、図34Aは平面図、

図 3 4 B は側断面図である。

搬送ロボット 5 1 4 (5 1 4 a , 5 1 4 b) は、ロボット本体 5 4 3 の上部に取りつけた二本のアーム 5 4 2 , 5 4 2 の先端にそれぞれロボットハンド 5 4 0 , 5 4 0 を取り付けて構成されている。両ロボットハンド 5 4 0 , 5 4 0 は上ドに所定の隙間を介して重なるように配置されている。そしてアーム 5 4 2 が伸縮することによりロボットハンド 5 4 0 上に載置した基板 W の前後方向への搬送を可能にしている。またロボット本体 5 4 3 が回転及び／又は移動することで任意の方向への基板 W の搬送が可能となる。

そして図 3 4 A 及び図 3 4 B に示すようにロボットハンド 5 4 0 には、直接 4 つの膜厚センサ S が埋め込まれて取り付けられている。膜厚センサ S としては膜厚を測定できるものであれば何でも良いが、好ましくは渦電流センサを用いる。なお渦電流センサは渦電流を発生させ、基板 W を導通して帰ってきた電流の周波数や損失を検出することにより膜厚を測定するものであり、非接触で用いられる。更に膜厚センサ S としては、光学的センサも好適である。光学的センサは、試料に光を照射し、反射する光の情報から膜厚を直接的に測定することができるものであり、金属膜だけでなく酸化膜などの絶縁膜の膜厚測定も可能である。膜厚センサ S の設置位置は図示のものに限定されず、測定したい箇所に任意の個数を取り付ける。またロボットハンド 5 4 0 には乾いた基板 W を扱うドライハンドと、濡れた基板 W を扱うウェットハンドがあり、どちらにも前記膜厚センサ S を取り付けることが可能である。しかしながらこの搬送ロボット 5 1 4 を図 3 0 に示すようなめっき装置に用いた場合はシード層のみ付いた状態で最初に基板 W の膜厚を測定する必要があるため、ウエハカセット 5 1 0 , 5 1 0 に基板 W が置かれているドライの状態で

最初に基板Wの厚さを測定する必要がある。したがってドライハンドに膜厚センサSを取り付けるのが望ましい。

膜厚センサSで検出された信号は演算装置に送られ、処理前の基板Wの膜厚と処理後の基板Wの膜厚との差分を取る等の演算が行われ、膜厚を所定のディスプレイ等に出力する。演算方法は膜厚を適切に測定できればいかなる方法でも良い。

本実施形態によればロボットハンド540が基板Wを搬送している最中に膜厚を測定できるため、基板処理工程中にわざわざ別途膜厚測定工程を設ける必要がなく、スループットを低下させることがないという効果が得られる。またロボットハンド540に膜厚センサSを取り付けるため、省スペース化が実現できる。

図35A及び図35Bは本発明の第二の例を適用した前記図30や図31に示す搬送ロボット514, 514a, 514bを示す図であり、図35Aは概略平面図、図35Bは概略側面図である。図35A及び図35Bに示すようにこの実施形態では、ロボット本体543のロボットハンド540の下部に5つの膜厚センサSを取り付けている。即ちロボットハンド540の下部に基板Wと略同サイズの円盤状の取付板545を設置し、この取付板545の上に5つの膜厚センサSを取り付ける。取付板545はロボット本体543に固定されているが、他の部材に固定しても良い。

各膜厚センサSは図示するようにロボットハンド540と重ならない位置に取り付けることにより、基板W全体の広い領域での膜厚の測定が可能となる。また本実施例によっても省スペース化を実現でき、極めて短時間で測定が可能となる。そして取付板545の上で基板Wを停止させることで基板Wの固定点における膜厚の測定が可能になり、一方、停

止させないで取付板 5 4 5 上をロボットハンド 5 4 0 上の基板 W が通過するようにすればスキャンしながらの測定も可能になる。また膜厚センサ S はロボット本体 5 4 3 と一体であるため、安定した検出が行える。また、取付板 5 4 5 をロボット本体 5 4 3 でなく他の部材に固定した場合は、ロボットハンドの高さを任意に変えることで、基板 W とセンサ間の距離を調整することも可能となる。

検出後の信号が演算装置に送られて膜厚が測定される点は図 3 4 A、3 4 B に示す実施例と同様である。但し、スキャンしながらの測定の場合は、測定点が時間の経過と共に変化するため、移動平均法により演算して膜厚を算出するのが好適である。

図 3 6 A 及び図 3 6 B は本発明の第三の例を示す図であり、図 3 6 A は概略平面図、図 3 6 B は概略側面図である。図 3 6 A 及び図 3 6 B に示す実施例では、図 9 及び図 3 0 に示すめっきモジュール 5 1 2 の基板 W の出入口部 5 5 0 の上部に 3 つの膜厚センサ S を設置している。即ち、出入口部 5 5 0 の上部に長形状の取付板 5 5 1 を設置し、この取付板 5 5 1 の下面に 3 つの膜厚センサ S を直列に取り付ける。取付板 5 5 1 はめっきモジュール 5 1 2 に固定しても良いし、図示しない搬送ロボット 5 1 4 のロボット本体 5 4 3 に固定しても良いし、それ以外の部材に固定しても良い。

このように構成すれば、めっきモジュール 5 1 2 に基板 W を入れる際と出す際の何れにおいても膜厚センサ S が基板 W を走査することとなるため、スキャン測定に適している。またこの実施形態のように膜厚センサ S を何列か設置することにより、基板 W 上の任意の点をスキャン測定することができる。また、ロボットハンドの高さを任意に変えることで、基板 W とセンサ間の距離を調整することが可能である。

この膜厚センサSで検出された信号は、演算装置により演算されるが、スキャン測定の場合は第二の例と同様に移動平均法による演算処理が好適である。

またCMP装置にこの実施例を適用する場合は、図31及び図32に示すポリッシングユニット（基板処理モジュール）541に基板Wを出し入れする出入口付近に前記膜厚センサSを設置すれば良い。なおポリッシングユニット541に基板Wを搬入するときは基板Wの被処理面は下向きであるため、ポリッシングユニット541の基板Wを搬入する場所の下側に膜厚センサSを設置することが好ましい（もちろん上側に膜厚センサSを設置しても膜厚測定は可能であるが、下側の方がより精度がよくなる）。研磨が終了した後は、基板Wの被処理面がウェットな状態であるが、ウェット状態でも測定可能な膜厚センサを用いれば前記めっきモジュール512の場合と同様な方法で膜厚が測定できる。

図37は本発明の第四の例を適用した反転機539付近の概略正面図、図38は反転アーム553、553部分の平面図である。図37及び図38に示すように反転アーム553、553は基板Wの外周をその左右両側から挟み込んで保持し、これを180°回動することで反転させる機能を有する。そしてこの反転アーム553、553（反転ステージ）の直下に円形の取付台555を設置し、取付台555上に複数の膜厚センサSを設置する。取付台555は駆動機構557によって上下動自在に構成されている。

そして基板Wの反転時には、取付台555は基板Wの下方の実線の位置に待機しており、反転の前又は後に取付台555を点線で示す位置まで上昇して膜厚センサSを反転アーム553、553に把持した基板Wに接近させ、その膜厚を測定する。

本実施例によれば、搬送ロボット 5 1 4 のアーム 5 4 2 などの制約がないため、取付台 5 5 5 上の任意の位置に膜厚センサ S を設置できる。また、取付台 5 5 5 は上下動自在な構成となっているので、測定時に基板 W とセンサ間の距離を調整することも可能である。また、検出目的に応じた複数の種類のセンサを取付けて、各々のセンサの測定毎に基板 W と各センサ間の距離を変更することも可能である。但し取付台 5 5 5 が上下動するため、測定時間をやや要することになる。

図 3 9 は本発明の第五の例を適用しためっきモジュール 5 1 2 の要部断面図である。このめっきモジュール 5 1 2 において図 9 に示すめっきモジュール 5 1 2 と相違する点は、基板保持部 2 - 9 の基板 W を保持した部分（めっきステージ）の直下に膜厚センサ S を取り付けた取付台 5 5 9 を設置した点のみである。膜厚センサ S は取付台 5 5 9 上の任意の箇所に設置することができる。

本実施例ではめっきステージの直下に膜厚センサ S を設置したので、めっきをしながらリアルタイムの膜厚測定が可能となる。したがって当該測定結果をリアルタイムでフィードバックし、めっきに反映させるようにすれば、極めて精度の高いめっきが可能となる。

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲、及び明細書と図面に記載された技術的思想の範囲内において種々の変形が可能である。即ち例えば上記実施形態ではセンサとして膜厚（金属膜又は絶縁膜の膜厚）検出用のセンサとして用いた実施形態を示したが、本発明はこのセンサに限定されるものではなく、センサや演算手段を各種の目的に応じて選定することにより、金属薄膜の有無検出用センサ、基板上のパーティクルの有無検出用センサ、基板上に形成したパターン認識用のセンサ等、他の各種基

板表面状態検出用のセンサを構成してこれを使用してもよい。なお直接明細書及び図面に記載がない何れの形状や材質であっても、本願発明の作用・効果を奏する以上、本願発明の技術的思想の範囲内である。

以上詳細に説明したように、本発明の第3の態様によれば、基板処理工程を停止・中断させることなく基板の金属膜厚等の各種基板表面状態を検出できるため、高スループットを実現しつつ基板の表面状態を検出することができ、めっきや研磨等の基板処理の信頼性と迅速性を高めることができる。

また測定結果をフィードバックして基板処理条件を調整することが迅速に行えるので、最適な処理条件でめっきや研磨等の基板処理を迅速に行うことが可能となる。

更に検出センサとして軽量・小型なものをを用いれば、めっき装置のロボットハンド等に簡易に取り付けることができ、省スペースのまま上記効果を実現できる。

本発明は、半導体基板に各種の処理を施すために使用される半導体基板処理装置及び処理方法に係り、半導体デバイスを製造する際に、半導体基板上に回路配線を形成する際のCuめっき工程および半導体基板上のCuめっき膜を研磨する工程などに利用可能である。

特許請求の範囲

1. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、

搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、

前記半導体基板の周縁部をエッチングするベベルエッチングユニットと、

該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、

前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

2. 研磨された前記半導体基板を洗浄する洗浄ユニットを具備することを特徴とする請求項 1 記載の半導体基板処理装置。

3. 前記半導体基板をアニールするためのアニールユニットを具備することを特徴とする請求項 1 記載の半導体基板処理装置。

4. 前記金属めっき膜成膜ユニットは、電解めっきユニットであることを特徴とする請求項 1 記載の半導体基板処理装置。

5. 前記半導体基板上に形成された膜の膜厚及び／または膜の表面状態を測定及び／または検出する膜厚測定器及び／または検出センサを具備することを特徴とする請求項 1 記載の半導体基板処理装置。

6. 前記膜厚測定器及び／または検出センサは、バリア層成膜前又は後、シード層成膜前又は後、金属めっき膜成膜前又は後、アニール処理前又は後、研磨処理前又は後、蓋めっき膜成膜前又は後の少なくとも一の時点で測定及び／または検出することを特徴とする請求項5記載の半導体基板処理装置。

7. 前記半導体基板上にシード層を形成するためのシード層成膜ユニットを具備することを特徴とする請求項1記載の半導体基板処理装置。

8. 前記シード層成膜ユニットは、無電解めっきユニットであることを特徴とする請求項7記載の半導体基板処理装置。

9. 前記半導体基板上に補強シード層を形成するための補強シード層成膜ユニットを具備することを特徴とする請求項1記載の半導体基板処理装置。

10. 前記補強シード層成膜ユニットは、無電解めっきユニットであることを特徴とする請求項9記載の半導体基板処理装置。

11. 前記補強シード層成膜ユニットは、電解めっきユニットであることを特徴とする請求項9記載の半導体基板処理装置。

12. 前記半導体基板上にバリア層を形成するためのバリア層成膜ユニットを具備することを特徴とする請求項1記載の半導体基板処理装置。

13. 前記半導体基板上に蓋めつき層を形成するための蓋めつきユニットを具備することを特徴とする請求項1記載の半導体基板処理装置。

14. 前記研磨ユニットは少なくとも第1の研磨ユニットと第2の研磨ユニットからなり、該第1の研磨ユニットと該第2の研磨ユニットの研磨対象の材質が異なることを特徴とする請求項1記載の半導体基板処理装置。

15. 前記研磨ユニットは少なくとも第1の研磨ユニットと第2の研磨ユニットからなり、該第1の研磨ユニットと該第2の研磨ユニットの研磨対象の材質が同一であることを特徴とする請求項1記載の半導体基板処理装置。

16. 前記研磨ユニットは少なくとも第1の研磨ユニットと第2の研磨ユニットからなり、前記半導体基板は、第1の研磨ユニットにより研磨された後、第2の研磨ユニットにより研磨されることを特徴とする請求項1記載の半導体基板処理装置。

17. 前記半導体基板処理装置は二以上の研磨ユニットを有し、前記半導体基板は、該研磨ユニットのいずれか一つの研磨ユニットにより研磨されることを特徴とする請求項1記載の半導体基板処理装置。

18. 前記研磨ユニットは、少なくとも二以上の研磨工程を有することを特徴とする請求項1記載の半導体基板処理装置。

19. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、

搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、

前記半導体基板の周縁部をエッチングするベベルエッチングユニットと、

該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、

前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構とを具備するとともに、

前記金属めっき膜成膜ユニットと前記ベベルエッチングユニットの入れ替えが自在であることを特徴とする半導体基板処理装置。

20. 研磨された前記半導体基板を洗浄する洗浄ユニットを具備するとともに、前記金属めっき膜成膜ユニットと、前記ベベルエッチングユニットと、前記洗浄ユニットの入れ替えが自在であることを特徴とする請求項19記載の半導体基板処理装置。

21. 前記半導体基板をアニールするためのアニールユニットを具備するとともに、

前記金属めっき膜成膜ユニットと、前記ベベルエッチングユニットと、前記アニールユニットの入れ替えが自在であることを特徴する請求項19記載の半導体基板処理装置。

22. 前記半導体基板上に形成された膜の膜厚及び／または膜の表面状態を測定及び／または検出するための膜厚測定ユニットを具備するとともに、

前記金属めっき膜成膜ユニットと、前記ベベルエッチングユニットと、前記膜厚測定ユニットの入れ替えが自在であることを特徴する請求項19記載の半導体基板処理装置。

23. 前記半導体基板上に補強シード層を形成するための補強シード層成膜ユニットを具備するとともに、

前記金属めっき膜成膜ユニットと、前記ベベルエッチングユニットと、前記補強シード層成膜ユニットの入れ替えが自在であることを特徴とする請求項19記載の半導体基板処理装置。

24. 前記半導体基板上にシード層を形成するためのシード層成膜ユニットを具備するとともに、

前記金属めっき膜成膜ユニットと、前記ベベルエッチングユニットと、前記シード層成膜ユニットの入れ替えが自在であることを特徴とする請求項19記載の半導体基板処理装置。

25. 前記半導体基板上にバリア層を形成するためのバリア層成膜ユニットを具備するとともに、

前記金属めっき膜成膜ユニットと、前記ベベルエッチングユニットと、前記シード層成膜ユニットと、前記バリア層成膜ユニットの入れ替えが自在であることを特徴とする請求項19記載の半導体基板処理装置。

26. 前記半導体基板上に蒸めつき層を形成するための蒸めつきユニットを具備するとともに、

前記金属めつき膜成膜ユニットと、前記ベベルエッチングユニットと、前記蒸めつきユニットの入れ替えが自在であることを特徴する請求項19記載の半導体基板処理装置。

27. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、

搬入された該半導体基板上に金属めつき膜を形成する金属めつき膜成膜ユニットと、

前記半導体基板の周縁部に形成された金属めつき膜、シード層、およびバリア層の少なくとも一層をエッチング除去するベベルエッチングユニットと、

前記半導体基板をアニールするためのアニールユニットと、

前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備してなることを特徴とする半導体基板処理装置。

28. 前記金属めつき膜成膜ユニットと、前記ベベルエッチングユニットと、前記アニールユニットは、入れ替えが自在であることを特徴する請求項27記載の半導体基板処理装置。

29. 前記半導体基板上に形成された膜の膜厚及び／または膜の表面状態を測定及び／または検出するための膜厚測定ユニットを具備するとともに、

前記金属めつき膜成膜ユニットと、前記ベベルエッチングユニットと、

前記アニールユニットと、前記膜厚測定ユニットの入れ替えが自在であることを特徴とする請求項 27 記載の半導体基板処理装置。

30. 前記膜厚測定ユニットは、前記半導体基板のアラインメント機能を有することを特徴とする請求項 29 記載の半導体基板処理装置。

31. 前記金属めっき膜成膜ユニット内で、前記半導体基板を基板保持部で保持しつつ、めっき処理と洗浄処理を行うことを特徴とする請求項 27 記載の半導体基板処理装置。

32. 前記金属めっき膜成膜ユニットは、前記半導体基板を保持する基板保持部と、該基板の被めっき面の上方に配置されたアノードと、該基板と接触して通電させるカソード電極とを備え、前記被めっき面とアノードとの間に形成された空間に保水性材料からなるめっき液含浸材を配置してめっきを行うことを特徴とする請求項 27 記載の半導体基板処理装置。

33. 前記金属めっき膜成膜ユニット内で、前記半導体基板を基板保持部で保持しつつ、めっき処理、洗浄・乾燥処理を各動作位置に対応させて半導体基板を昇降させることにより行うことを特徴とする請求項 27 記載の半導体基板処理装置。

34. 前記金属めっき膜成膜ユニットは、該半導体基板の被めっき面を上方に向け保持するとともに、該半導体基板の該被めっき面の周縁部をシールにより水密的にシールし、該被めっき面の上方にアノードを近接

させて配置し、該半導体基板と接触して通電させるカソード電極を備え、前記半導体基板の被めっき面とシールにより形成された空間にめっき液を保持しつつめっきを行うことを特徴とする請求項 27 記載の半導体基板処理装置。

35. 前記金属めっき膜成膜ユニットは、該半導体基板を該半導体基板の被めっき面を上方に向けて保持する基板保持部と、前記半導体基板の該被めっき面の上方に配置されたアノードと、該半導体基板と接触して通電させるカソード電極と、純水供給用ノズルとを備え、めっき処理終了後に該ノズルから純水を供給することにより、前記半導体基板と前記カソードを同時に洗浄することを特徴とする請求項 27 記載の半導体基板処理装置。

36. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、

搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、

該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、

前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備するとともに、

前記金属めっき膜成膜ユニット内で、前記半導体基板を基板保持部で保持しつつ、めっき処理と洗浄処理を行うことを特徴とする半導体基板処理装置。

37. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、

該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、

前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備するとともに、

前記金属めっき膜成膜ユニットは、前記半導体基板を保持する基板保持部と、該基板の被めっき面の上方に配置されたアノードと、該基板と接触して通電させるカソード電極とを備え、前記被めっき面とアノードとの間に形成された空間に保水性材料からなるめっき液含浸材を配置してめっきを行うことを特徴とする半導体基板処理装置。

38. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、

搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、

該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、

前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備するとともに、

前記金属めっき膜成膜ユニット内で、前記半導体基板を基板保持部で保持しつつ、めっき処理、洗浄・乾燥処理を各動作位置に対応させて半導体基板を昇降させることにより行うことを特徴とする半導体基板処理装置。

39. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、

搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、

該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、

前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備するとともに、

前記金属めっき膜成膜ユニットは、該半導体基板の被めっき面を上方に向け保持するとともに、該半導体基板の該被めっき面の周縁部をシールにより水密的にシールし、該被めっき面の上方にアノードを近接させて配置し、該半導体基板と接触して通電させるカソード電極を備え、前記半導体基板の被めっき面とシールにより形成された空間にめっき液を保持しつつめっきを行うことを特徴とする半導体基板処理装置。

40. 前記被めっき面とアノードとの間に形成された空間に保水性材料からなるめっき液含浸材を配置してめっきを行うことを特徴する請求項39記載の半導体基板処理装置。

41. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、

搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、

該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユ

ニットと、

前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備するとともに、

前記金属めっき膜成膜ユニットは、該半導体基板を該半導体基板の被めっき面を上方に向けて保持する基板保持部と、前記半導体基板の該被めっき面の上方に配置されたアノードと、該半導体基板と接触して通電させるカソード電極と、純水供給用ノズルとを備え、めっき処理終了後に該ノズルから純水を供給することにより、前記半導体基板と前記カソード電極を同時に洗浄することを特徴とする半導体基板処理装置。

42. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、

搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、

該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、

前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備するとともに、

前記金属めっき膜成膜ユニットは、該半導体基板の被めっき面を上方に向け保持するとともに、該半導体基板の該被めっき面の周縁部をシールにより水密的にシールし、該被めっき面の上方にアノードを近接させて配置し、該半導体基板と接触して通電させるカソード電極を備え、前記被めっき面とアノードとの間の水密的にシールされた空間にめっき液を保持しつつめっきを行うことを特徴とする半導体基板処理装置。

43. 前記被めっき面とアノードとの間に形成された空間に保水性材料からなるめっき液含浸材を配置してめっきを行うことを特徴とする請求項42記載の半導体基板処理装置。

44. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、

搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、

該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、

前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備するとともに、

前記金属めっき膜成膜ユニットは、前処理、めっき処理、および水洗処理を行うことができることを特徴とする半導体基板処理装置。

45. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、

搬入された該半導体基板上にバリア層を形成するバリア層成膜ユニットと、

該バリア層上にシード層を形成するシード層成膜ユニットと、

該シード層上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、

該半導体基板のエッジ部に形成された金属膜をエッチング除去するベベルエッチングユニットと、

前記金属めっき膜を焼純するアニールユニットと、

該半導体基板上の該金属めっき膜及び／又はシード層を研磨する研磨

ユニットと、

該金属めっき膜が研磨された該半導体基板を洗浄し、乾燥させる洗浄ユニットと、

金属めっき膜上に蓋めっき膜を形成する蓋めっきユニットと、

前記半導体基板を搬送する搬送機構を具備してなり、

前記バリア層成膜ユニットと、前記シード層成膜ユニットと、前記金属めっき膜成膜ユニットと、前記ベベルエッチングユニットと、前記アニールユニットと、前記研磨ユニットと、前記洗浄ユニットと、前記蓋めっきユニットの入れ替えが自在であることを特徴とする半導体基板処理装置。

46. 基板上に無電解めっき処理液を保持する機構を備えた保持手段により基板を被めっき面を上向きにして保持し、該基板の被めっき面上に無電解めっき処理液を供給する工程と、前記無電解めっき処理液を前記基板の被めっき面上に所定時間溜めて保持して無電解めっき処理を行う工程を、連続して行うことを特徴とする無電解めっき方法。

47. 前記無電解めっき処理液を供給する工程と、前記無電解めっき処理液を前記基板の被めっき面上に所定時間溜めて保持して無電解めっき処理を行なう工程との間に、前記基板の被めっき面上に供給した無電解めっき処理液を接液させる工程を設けたことを特徴とする請求項46記載の無電解めっき方法。

48. 前記無電解めっき処理液を前記基板の被めっき面上に所定時間溜めて保持して無電解めっき処理を行なう工程は、基板を静止した状態で

行なうことを特徴とする請求項４６記載の無電解めっき方法。

４９．前記無電解めっき処理液によって処理された後の被めっき面は洗浄液を注入することで洗浄され、その後スピン乾燥されることを特徴とする請求項４６記載の無電解めっき方法。

５０．基板の被めっき面に無電解めっき処理液を触れさせることによって被めっき面を処理する無電解めっき方法において、

前記基板の温度を無電解めっき処理温度よりも高く加熱した状態で基板の被めっき面に無電解めっき処理液を接液させる及び／又は無電解めっきを行なう雰囲気温度を無電解めっき処理温度とほぼ同等にした状態で基板の被めっき面に無電解めっき処理液を接液させることを特徴とする無電解めっき方法。

５１．被めっき面を上向きにして基板を保持する保持手段と、

前記保持手段に保持された基板の被めっき面の周囲をシールするめっき液保持機構と、

前記めっき液保持機構でシールされた基板の被めっき面に無電解めっき処理液を供給して溜める無電解めっき処理液供給手段とを具備することを特徴とする無電解めっき装置。

５２．前記基板の近傍に加熱手段を設けたことを特徴とする請求項５１記載の無電解めっき装置。

５３．被めっき面を上向きにして基板を保持する保持手段と、

基板の被めっき面に無電解めっき処理液を供給する無電解めっき処理液供給手段とを具備し、

前記無電解めっき処理液供給手段は、被めっき面の上部に設置されて分散して無電解めっき処理液を供給するように構成されていることを特徴とする無電解めっき装置。

54. 前記基板の近傍に加熱手段を設けたことを特徴とする請求項53記載の無電解めっき装置。

55. 基板を保持する基板保持手段を有し、前記基板保持手段で基板を保持した状態で基板の搬送又は処理を行う基板処理装置において、

前記基板保持手段に基板表面状態検出用のセンサを設け、基板の搬送又は処理中にこのセンサによって検出した信号に基づいて基板表面の状態を検出することを特徴とする基板処理装置。

56. 前記センサは、膜厚測定用のセンサであることを特徴とする請求項55記載の基板処理装置。

57. 基板を保持する基板保持手段を有し、前記基板保持手段で基板を保持した状態で基板の搬送又は処理を行う基板処理装置において、

前記基板の基板保持手段による搬送又は処理中に基板が接近する所定位置に基板表面状態検出用のセンサを設置し、前記基板がセンサに接近した際に前記センサにより検出した信号に基づいて基板表面の状態を検出することを特徴とする基板処理装置。

58. 前記センサが移動可能であることを特徴とする請求項57記載の基板処理装置。

59. 前記センサは、膜厚測定用のセンサであることを特徴とする請求項57記載の基板処理装置。

60. 基板を保持する基板保持手段と、基板を処理する基板処理モジュールとを有し、前記基板保持手段で保持した基板を基板処理モジュールに搬入・搬出するように構成してなる基板処理装置において、

前記基板処理モジュールの基板搬入・搬出口付近又は基板処理モジュール内の基板を処理する位置付近に基板表面状態検出用のセンサを設け、基板を前記基板処理モジュールに搬入又は搬出する際又は基板処理モジュール内で基板を処理する際に前記センサからの信号に基づいて基板表面の状態を検出することを特徴とする基板処理装置。

61. 前記センサは、膜厚測定用のセンサであることを特徴とする請求項60記載の基板処理装置。

62. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、

搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、

前記半導体基板をアニールするためのアニールユニットと、

該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、

前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備することを特徴とする基板処理装置。

開示の要約

本発明は、半導体基板上に形成された回路パターン溝及び／又は穴を金属めっき膜で充填し、該充填部分を残して該金属めっき膜を除去することにより回路配線を形成する半導体基板処理装置及び処理方法に関するものであり、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された該半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、前記半導体基板の周縁部をエッチングするベベルエッチングユニットと、該半導体基板上の該金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備する。